

BIJLAGE IV:
OVER DE EIGENSCHAPPEN VAN HET
ZUIDERZEEWATER

DOOR H. C. REDEKE EN W. E. RINGER

INLEIDING

Wanneer men een kaart van de Zuiderzee beschouwt, waarop de diepten zijn aangegeven ¹⁾, bemerkt men een groot verschil in het relief van den bodem tusschen het noordelijke gedeelte, dat zich aan de Waddenzee aansluit en het zuidelijk deel of de eigenlijke kom der Zuiderzee. In het Noorden vindt men talrijke vlakke zandplaten, die bij laag water zelfs gedeeltelijk droog vallen, gescheiden door min of meer breede en diepe geulen, waarin het water, uit de Noordzee afkomstig, met den vloed binnendringt en met de eb weer afstroomt. De voornaamste van deze geulen, die tevens de vaarwaters in dit gedeelte zijn, zijn in het Noordwesten: Texelstroom met Vlieter en Dooven Balg, in het Noorden: Vliestroom met het Inschot en de Mepen, welke laatstgenoemde intusschen reeds meer tot het gebied van de eigenlijke Waddenzee behooren. Naar het Zuiden, waar ook de kracht der stroomingen verflauwt, vervlakken zich de banken en geulen meer en meer en doet zich de Zuiderzee aan ons voor als een napvormig bekken, over een groote uitgestrektheid niet dieper dan drie à vier meter, waarin hier en daar ondiepere gedeelten (Enkhuizer Zand, Knar, Kamperzand) uitsteken en alleen ten Westen van Urk het Val van Urk als een meer dan vijf Meter diepe geul, laatste uitlooper van de noordelijker vaarwaters, doordringt.

Trekt men hier in gedachte de lijnen van gelijke diepte, dan bespeurt men voorts, dat het diepste gedeelte (van 4.0 tot 4.5 M.) zich als ware het een voortzetting van het Val van Urk eerst in zuidelijke richting uitstrekt en daarna in een zuidwestelijk, in de richting van Amsterdam, trekkenden boog verloopt. Ook de andere dieptelijnen hebben een overeenkomstig verloop. ²⁾ Dit is, voor een deel althans, ongetwijfeld toe te schrijven aan de omstandigheid, dat bij de huidige configuratie van den Zuiderzeebodem de van uit het Noorden komende vloedstroom, ofschoon nauwelijks merkbaar, in het binnenste deel van het Zuiderzeebekken in den aangeduiden zin gericht is. ³⁾

Dit vlakke zuidelijke gedeelte, de eigenlijke kom der Zuiderzee, met zijn weeken bodem van klei en zavel ⁴⁾ is de Zuiderzee voor de visscherij, ja, met uitzondering van de ansjovis-visscherij, wordt hetgeen men onder Zuiderzee-visscherij pleegt te verstaan praktisch geheel in dit, bezuiden de lijn Enkhuizen—Steile Bank gelegen gedeelte uitgeoefend.

Ten einde een inzicht te verkrijgen in de eigenaardige produktie-verhoudingen van dit gebied, om met andere woorden zoo mogelijk een verklaring te vinden voor den bijzonderen vischrijdom der Zuiderzee, hebben wij ons gedurende het onderzoek ook

¹⁾ Men vergelijke b.v. de aan Bijlage I van dit Rapport toegevoegde kaart.

²⁾ Men zie o.a. het aardige dieptekaartje (schaal 1:800.000) op plaat II van het bekende werk der heeren VAN DER HOUVEN VAN OORDT en VISSERING: De economische beteekenis van de afsluiting en drooglegging der Zuiderzee. 2e druk. Leiden 1901.

³⁾ Hierop is, voor zoover mij bekend, het eerst de aandacht gevestigd door DEKHUYZEN. Men zie zijn brochure: De Zuiderzee-expeditie. Voordracht. — Ned. Tijdschr. voor Geneesk. Eerste helft 1906, No. 12.

⁴⁾ Vergelijk het geologische kaartje. (Schaal 1:800.000) op de bovenvermelde plaat II.

onafgebroken bezig gehouden met de studie van het milieu, waarin de visschen leven en wel op de eerste plaats met de eigenschappen van het water. Uitteraard hebben wij ons daarbij niet beperkt tot hetgeen wij als de eigenlijke kom der Zuiderzee hebben aangeduid, maar om vergelijkingen mogelijk te maken steeds zooveel mogelijk ook watermonsters uit het noorderlijk deel der Zuiderzee onderzocht.

De vragen, die zich bij dit onderzoek gaandeweg aan ons voordeden, waren evenwel zoo talrijk, de verschijnselen, waartegenover wij kwamen te staan, bleken meestal zoo ingewikkeld, de gebruikelijke methoden van onderzoek waren voor ons doel vaak zoo weinig geschikt, dat van de tot dusverre verkregen uitkomsten van dit gedeelte van ons onderzoek wel niet anders kan worden gezegd, dan dat zij slechts als een uitgangspunt voor een later, omvattender en vooral langduriger onderzoek zijn te beschouwen.

Dat wij ze hier niettemin mededeelen, geschiedt omdat de verkregen resultaten in ieder geval wel geschikt schijnen om reeds nu een denkbeeld te geven van de mate, waarin de onderzochte eigenschappen zoowel plaatselijk als tijdelijk aan verandering onderhevig zijn.

DE TEMPERATUUR VAN HET WATER

Tengevolge van de geringe diepte en de daarmee samenhangende intensieve menging van het water in de zuidelijke Zuiderzee door stroomingen, maar vooral door den wind, is de temperatuur hier aan den bodem nagenoeg gelijk aan die van de oppervlakte, terwijl de temperatuur, welke gelijktijdig op verschillende plaatsen heerscht, niet zeer veel uiteenloopt. Men vergelijke hiervoor o.a. de temperatuuropgaven in de waarnemingen van Bijlage I.

De jaarlijksche schommelingen zijn echter aanzienlijk, gelijk uit onderstaande tabel moge blijken, waar voor de drie plaatsen Urk, Lemmer en Marken de gemiddelde maandtemperaturen voor de jaren 1894—1906 naar dagelijksche waarnemingen des morgens omstreeks 7 uur zijn vermeld en ter vergelijking ook de overeenkomstige gemiddelden voor het Marsdiep zijn opgenomen.¹⁾

TABEL I — GEMIDDELDE TEMPERATUUR VAN HET ZUIDERZEEWATER 1894—1906

°C. ± 7— a.m.	Urk	Lemmer	Marken	Marsdiep
Januari	1.8	1.1	1.5	3.3
Februari.	2.4	1.5	2.1	3.0
Maart	4.9	4.1	4.3	4.5
April	9.1	8.5	8.4	7.5
Mei	13.1	12.9	12.1	10.9
Juni	17.4	17.0	16.6	15.0
Juli	19.1	19.0	18.6	17.2
Augustus	18.2	17.9	17.5	17.7
September	15.6	15.2	15.0	15.6
Oktober	11.1	10.3	10.1	12.0
November	6.7	5.7	5.9	8.6
December	3.2	2.4	2.7	5.3

Wij zien, dat het maximum in de Zuiderzee hooger ligt en vroeger valt (in Juli) dan

¹⁾ Maandelijks gepubliceerd in de Mededeelingen over Visscherij. Men vergelijke ook: REDEKE, H. C., Gemiddelde uitkomsten van waarnemingen omtrent temperatuur en zoutgehalte van het zeewater in het Marsdiep en de Zuiderzee over de tien jaren 1894 tot en met 1903. Mededeelingen over Visscherij. Elfde Jaargang 1904. blz. 261.

in het Marsdiep (Augustus) en de Zuiderzee zich ook spoediger en meer afkoelt dan het meer zeewaarts gelegen Marsdiep-water. Dit moet worden toegeschreven aan de omstandigheid, dat de ondiepe Zuiderzee zich in den zomer sneller verwarmt dan de veel diepere Noordzee, waar dan ook de maximale zomertemperatuur nog aanmerkelijk lager ligt dan in het Marsdiep en ook veel later bereikt wordt.¹⁾

HET ZOUTGEHALTE

De zoutgehalte-bepalingen van Zuiderzeewater op de waarnemingsplaatsen werden uitgevoerd naar de methode van het internationale zeeonderzoek. Deze is door KNUDSEN²⁾ uitgewerkt en berust op de groote konstantheid van het zeewaterzout der wereldzeeën, welke reeds lang bekend was. Door KNUDSEN en zijne helpers werden een aantal zeewatermonsters nauwkeurig onderzocht en de samenstelling van het zeezout nagegaan. De betrekking tusschen het chloorgehalte en het totale zoutgehalte werd opgespoord en hiervoor werd gevonden: $S = 0.030 + 1.805 \text{ Cl}$, waarin S het totale zoutgehalte voorstelt, waaronder men verstaat: het aantal grammen zout, dat in 1000 gram zeewater aanwezig is. Wanneer dus het chloorgehalte bekend is, kan daaruit het zoutgehalte afgeleid worden. Het chloorgehalte kan gemakkelijk bepaald worden door titratie; dit wordt gewoonlijk volgens de methode van MOHR gedaan, waarbij kaliumchromaat als indikator dient. Het zoutgehalte kan dan direkt in een tabel, door KNUDSEN samengesteld³⁾, uit het chloorgehalte gevonden worden.

De chloorbepalingen worden vooral gemakkelijk, wanneer men daarbij gebruik maakt van het zoogenaamde normaalwater, d. i. zeewater, waarvan met groote nauwkeurigheid het chloorgehalte bepaald is in het Centrale Laboratorium van den Internationalen Raad voor het Onderzoek der Zee te Kristiania. De zilveroplossing wordt zóó sterk gemaakt, dat een pipet normaalwater juist zóóveel kubiekcentimeters zilveroplossing gebruikt als het chloorgehalte van het normaalwater bedraagt. Wil men nu zeewater titreeren, dan heeft men van dit water slechts eenzelfde pipetvol als voor het normaalwater gebruikt is met de zilveroplossing te titreeren en vindt dan onmiddellijk in de tabellen het chloorgehalte op 1000 gram zeewater.

Het is evenwel gebleken, dat deze methode bij het Zuiderzeewater niet tot geheel juiste uitkomsten leiden kan. Dit is namelijk eenigszins anders samengesteld dan het water, waarvoor KNUDSEN'S tabellen zijn berekend. Deze afwijking is toe te schrijven aan de verdunning met rivierwater van geheel andere samenstelling dan het normale zeewater. Men vindt de afwijkingen, die daardoor in het relatieve calcium-gehalte en zwavelzuur-gehalte ontstaan, zoomede de verandering in het soortgelijk gewicht in de volgende bladzijden nader aangegeven. Voor normaal zeewater is het soortgelijk gewicht een bepaalde funktie van het chloorgehalte. Berekent men evenwel met behulp van deze funktie het chloorgehalte uit het soortgelijk gewicht van Zuiderzeewater, dan komt men tot andere waarden dan een direkte titratie oplevert.

Ook door V. D. PLAATS is de samenstelling van het Zuiderzeewaterzout bestudeerd.⁴⁾ Hij bepaalde het zoutgehalte zoowel direkt als door middel van een chloortitratie en vond verschillen, b.v.:

Lemmer. . . Cl = $4.82^{0/100}$ uit Cl afgeleid: S = $8.73^{0/100}$ direkt gevonden: S = $8.85^{0/100}$.
Schokland . . » = $4.17^{0/100}$ » » » : S = $7.56^{0/100}$ » » » : S = $7.71^{0/100}$.

¹⁾ Men zie de dekadenkaartjes in de jaargangen 1905—1906 en 1906—1907 van het Bulletin trimestriël, uitgegeven door den Permanenten Internationalen Raad voor het Onderzoek der Zee te Kopenhagen.

²⁾ KNUDSEN, MARTIN, Berichte über die Konstantenbestimmungen zur Aufstellung der hydrographischen Tabellen von CARL FORCH, MARTIN KNUDSEN und S. P. L. SÖRENSEN. — K. Danske Vidensk. Selsk. Skr. (6) naturv. Afd. XII. 1. Köbenhavn 1902.

³⁾ KNUDSEN, MARTIN, Hydrographical Tables. Copenhagen—London. 1901.

⁴⁾ PLAATS, J. D. VAN DER, Het onderzoek naar de samenstelling van het water der Zuiderzee. Voorbericht, gehouden in het Provinciaal Utrechtsch Genootschap 5 juni 1906.

Het zoutgehalte is hooger, dan uit de chloorbepaling zou moeten worden afgeleid; toch zijn de verschillen niet groot en zullen wel niet dikwijls gaan ver boven één eenheid van den eersten decimaal. Wij hebben hiermede intusschen rekening gehouden en het zoutgehalte overal in slechts één decimaal opgegeven. Men heeft het in de hand dezen decimaal tot op zekere hoogte te korrigeeren; in de meeste gevallen mag hij echter worden verwaarloosd.

Het zoutgehalte in de Zuiderzee wordt door den IJssel en de overige rivieren vrij laag gehouden, het laagst is het in den omtrek van den IJselmond. Het IJselwater schijnt dan hoofdzakelijk noordwaarts te gaan, zoodat achter Schokland en langs de Friesche kust het zoutgehalte meest laag is.

Ter vergelijking van de zoutgehalten geven wij hier maandgemiddelden, berekend uit de areometerwaarnemingen, welke sinds langen tijd des morgens te ongeveer 7 uur te Urk, Lemmer en Marken worden gedaan, alsmede de overeenkomstige waarden voor het Marsdiep.¹⁾

TABEL 2 — GEMIDDELD ZOUTGEHALTE VAN HET ZUIDERZEEWATER 1894—1906

S. ‰ ± 7— a.m.	Urk	Lemmer	Marken	Marsdiep
Januari	10.1	5.9	11.5	29.9
Februari.	10.1	5.7	11.7	29.7
Maart.	9.2	5.0	11.3	29.5
April.	9.1	6.0	10.6	29.5
Mei	9.3	6.5	10.2	30.2
Juni	9.6	8.3	9.0	30.5
Juli	9.8	8.3	8.8	30.7
Augustus	9.8	8.0	9.0	30.7
September	10.2	7.4	9.3	30.7
Oktober	10.5	7.0	9.2	30.9
November	10.0	5.4	9.5	30.3
December	10.5	5.2	9.8	30.2
Jaargemiddelden	9.9	6.6	10.0	30.2

Men ziet, dat het zoutgehalte op deze 4 plaatsen het geheele jaar tamelijk gelijkmatig is en verder het opmerkelijk feit, dat Urk en Marken onderling weinig verschillen. Van Januari tot Mei is het zoutgehalte bij Marken zelfs hooger dan bij Urk. Het laagst is Lemmer. Terwijl het zoete en brakke water van den Ketel af zich grootendeels langs de Overijselsche en Friesche kust noordwaarts beweegt, doet het zoutere water uit het noordelijk deel der Zuiderzee zijn invloed tot in den Kuil van Marken gevoelen.

Dit hangt samen met de boven (blz. 3) reeds besproken eigenaardige configuratie van den Zuiderzeebodem. Het zoutere water dringt in een naar het Zuidwesten gerichten boog om het Enkhuizer Zand naar binnen. De lijnen van gelijk zoutgehalte (isohalinen) hebben dientengevolge gemeenlijk den vorm van naar het Noorden opene lussen, die bij de simultane waarnemingen op 7 Juli 1905, op initiatief van DEKHUYZEN ingesteld, zoo fraai konden worden gedemonstreerd.²⁾

¹⁾ Zie de Mededeelingen over Visscherij en de bewerking dezer waarnemingen in den elfden Jaargang. 1904. blz. 261. Bij de vergelijking van het zoutgehalte in de Zuiderzee met deze gemiddelden dient in het oog te worden gehouden, dat die van Lemmer en Urk, gedeeltelijk ook die van Marken, berekend zijn uit observaties in de onmiddellijke nabijheid der kust. Zij zullen dientengevolge in den regel wel iets lager zijn, dan meer in de open Zuiderzee.

²⁾ Een op deze waarnemingen betrekking hebbend kaartje bevindt zich o. m. in de Nieuwe Rotterdamsche Courant van 14 Juli 1905.

Het zoutgehalte in de eigenlijke kom der Zuiderzee is echter zoowel naar plaats en tijd, vooral onder den invloed van den wind, uiterst variabel, zoodat het onmogelijk is anders dan bij benadering lijnen van gelijk gemiddeld zoutgehalte te konstrueeren.

Men kan slechts zeggen, dat in het gebied ten Oosten en Zuiden van de lijn Lemmer—Urk—Marken, dus langs den Oost- en Zuidwal, het water in den regel minder dan 10 promille zout bevat. In het gebied benoorden deze lijn schommelt het zoutgehalte tusschen 10 en 15 promille. Eerst ten Noorden van de lijn Medemblik—Stavoren is het water gemeenlijk zouter dan 15 promille.

Onderstaande tabel bevat de zoutgehalten voor enkele punten, waar op onze tochten vrij geregeld telkens opnieuw werd waargenomen. Hieruit blijkt vooral duidelijk, hoezeer de verdeling van het zoutere water tijdelijk door bijzondere omstandigheden sterk gewijzigd kan worden.

TABEL 3 — ZOUTGEHALTEN WAARGENOMEN IN 1905 EN 1906

	S. ‰	De Meer	Enkhuizer zand	Bij Oosterleek	Bij Marken	Bij Urk	Bij Lemmer	Bij Elburg
1905	Maart.	26.0	14.8	15.0	15.5	13.9	—	14.4
	Mei	19.3-23.0	12.2-14.2	12.6	10.9	11.7-14.0	—	—
	Juni	25.5	15.0	12.3	—	13.3	14.0	6.6-7.4
	Juli	24.2	16.9	—	—	13.1-14.1	12.5	—
	Augustus	26.3	—	—	—	12.9	—	7.0
	September . . .	23.1	—	13.3	14.1	15.4	8.6	8.5-10.4
	Oktober	22.4	12.9	15.9	—	—	—	9.1
	November . . .	19.0	12.7	11.2	10.1	—	—	4.2
	December . . .	19.9	11.7	11.0	11.1	11.6	—	9.9
1906	Januari	—	—	10.7 ¹⁾	—	—	—	—
	Februari	16.8	10.5	11.5	11.4	10.6	6.6	—
	Maart	22.4-28.3	11.2	12.8	—	9.9	—	6.0
	April	24.9	12.2	—	—	10.2	—	4.1
	Mei	18.6	13.0	11.5	—	7.4	—	5.6
	Juni	18.7	—	10.9	8.7	7.4-10.1	7.0	2.0-3.4
	Juli	20.6	—	—	—	9.1	—	—
	Augustus . . .	21.4	11.4	7.5	7.4	4.6	—	3.5
	Oktober	24.2	—	—	7.5	8.0	—	—

¹⁾ Bij den Nek.

Deze onperiodische schommelingen, hoe groot zij ook op zichzelf mogen zijn, boezemen ons toch minder belang in dan de periodieke, zich over het geheele jaar uitstrekkende, gelijk die uit tabel 2 zijn af te leiden. Deze laatste toch zijn het gevolg van algemeene, jaarlijks weerkerende oorzaken en evenals de temperatuurwisseling wellicht van invloed op de levensverschijnselen der visschen, waarin, gelijk bekend is, ook een jaarlijksche periodiciteit heerscht.

Beschouwen wij b.v. de gemiddelde (normale) zoutgehalten in de twaalf opeenvolgende maanden bij Urk (fig. 1) dan zien wij dat deze in tegenstelling met de temperatuur (en hetzelfde geldt in meerdere of mindere mate ook van Lemmer en het Marsdiep) niet een, maar duidelijk twee maxima, een in Oktober en een in December vertoonen. In Januari en Februari blijft het zoutgehalte konstant om in Maart en April sterk te dalen. Vervolgens stijgt het gestadig tot in Juli en Augustus, dan weer tot Oktober, bereikt hier zijn eerste maximum en daalt vervolgens om in December opnieuw tot een maximale hoogte te stijgen.

Het is nu zeker geen toeval, dat deze stijging en daling in hoofdzaak overeenkomen met

TABEL 5 — UITKOMSTEN DER ANALYSES VAN ZUIDERZEE-WATERMONSTERS

Waarneming No.	DATUM	PLAATS	Cl $\frac{0}{100}$	Spec. gewicht bij 0°	Cl $\frac{0}{100}$ afgeleid uit spec. gewicht	CaO $\frac{0}{100}$	MgO $\frac{0}{100}$	SO ₃ $\frac{0}{100}$	CaO/Cl	MgO/Cl	SO ₃ /Cl
	1905										
74	19 September	Dwars van Warder	7.08	—	—	0.269	0.798	0.826	0.038	0.113	0.117
75	19 „	„ „ Marken	7.51	—	—	0.278	0.838	0.882	0.037	0.112	0.117
80	21 „	Zuid van Urk	8.40	1.01224	8.43	0.301	0.945	0.969	0.036	0.113	0.115
83	22 „	Bij Lemmer	5.19	1.00763	5.26	0.213	0.588	0.613	0.041	0.113	0.118
102	17 November	Halfweg Elburg-Ketel	3.05	—	—	0.148	0.356	—	0.048	0.116	—
105	17 „	Dwars van Marken	5.54	—	—	0.220	0.623	—	0.040	0.112	—
107	18 „	Ton van den Vlieter	14.97	—	—	0.470	1.672	1.722	0.031	0.112	0.115
108	18 „	Texelstroom	15.12	—	—	0.476	1.678	1.751	0.031	0.111	0.116
112	19 December	Val van Urk	6.52	—	—	0.242	0.749	0.753	0.037	0.115	0.116
113	20 „	Bij Elburg	5.54	—	—	0.217	0.630	0.655	0.039	0.114	0.118
	1906										
131	6 Februari	De Meer	9.34	1.01361	9.37	0.325	1.052	1.074	0.035	0.113	0.115
135	7 „	Zuid van Urk	5.85	1.00858	5.91	0.228	0.664	0.681	0.039	0.114	0.116
136	7 „	Dwars van Lemmer	2.89	1.00426	2.95	0.140	0.326	0.356	0.048	0.113	0.123
138	9 „	„ „ Marken	6.37	1.00932	6.42	0.252	0.727	0.759	0.040	0.114	0.119
171	24 April	Enkhuizer Zand	6.60	1.00970	6.68	0.247	0.754	0.761	0.038	0.115	0.115
173	25 „	Op de Knar	4.64	—	—	0.197	0.533	0.544	0.043	0.115	0.118
174	25 „	Muider Zand	4.83	1.00714	4.92	0.203	0.555	0.574	0.042	0.115	0.119

Voor gemiddeld oceaانwater vinden wij de volgende verhoudingen opgegeven: ¹⁾

Cl	SO ₃	CaO	MgO.
99.848	11.576	3.026	11.212.

Het bleek dan ook bij nader onderzoek, dat de verhouding der zeewater-zout-komponenten in de Zuiderzee van de normale afwijkt en dat die afwijking in overeenstemming is met wat verwacht kon worden. De uitkomsten der hier bedoelde analyses vindt men in de achterstaande tabel 5 bijeen.

Van elk watermonster werden 2 bepalingen van het calcium- en magnesiumgehalte en 2 van het zwavelzuurgehalte gedaan. Deze bepalingen stemden steeds goed overeen. ²⁾ Het grootste verschil in 2 calcium bepalingen bedroeg 0.0056‰ de meeste verschillen bedroegen echter veel minder. De magnesiumbepalingen zijn minder nauwkeurig, doch ook hier waren de verschillen meestal van dezelfde orde. Het grootste verschil tusschen 2 zwavelzuurbepalingen bedroeg 0.024‰. De watermonsters waren door dik filtreerpapier gefiltreerd.

Wij zien uit deze bepalingen dat steeds de verhouding CaO/Cl hooger is dan in normaal oceaانwater (± 0.03); dit is het gevolg van de met betrekking tot chloor groote calciumtoevoer door rivierwater. De samenstelling van het zeezout is aanmerkelijk veranderd. Dit blijkt ook uit de chloorgehalten. In den derden kolom vindt men de chloorgehalten zooals ze door titratie met behulp van KNUDSEN'S hydrografische tabellen gevonden zijn, deze zijn gelijk wij boven zagen niet geheel juist, omdat die tabellen voor normaal zeewater berekend zijn. Wanneer wij dan ook uit het soortelijk gewicht bij 0° met behulp dezer tabellen het chloorgehalte afleiden blijkt dit merkbaar hooger te zijn. Het zoutgehalte in de Zuiderzee is mitsdien hooger, door toevoeging van relatief veel kalk (en misschien nog andere componenten) door de rivieren, dan uit het chloorgehalte afgeleid zou worden.

Ook het zwavelzuurgehalte is vooral bij de lage zoutgehalten relatief hooger door dezelfde oorzaken.

Berekenen wij hoeveel rivierwater van een samenstelling zooals onze analyse (tabel 4) die geeft, aan 1000 gram normaal zeewater van 36‰ zoutgehalte en 19.93‰ chloorgehalte toegevoegd moet worden om een chloorgehalte van 5.19‰ ³⁾ te verkrijgen, dan blijkt dit 2870.5 gr. te zijn. Hierdoor wordt het CaO-gehalte van 0.6041 op 0.2112 gebracht, de verhouding CaO/Cl van 0.03031 op 0.0407; de analyse gaf $\text{CaO}^\circ_{100} = 0.2133$ en $\text{CaO}/\text{Cl} = 0.041$. De overeenstemming met de berekening is behoorlijk goed.

Het is voorhands nog niet uit te maken, in hoeverre deze verschillen wat betreft het calcium- en zwavelzuurgehalte biologisch belangrijk zijn, met name in hoeverre de hoeveelheid kalk b.v. in het Zuiderzeewater bij voortduring in overmaat voor de organismen ter beschikking is. Dit is namelijk voor andere componenten, die ook door het rivierwater in betrekkelijk groote mate worden toegevoegd, gelijk wij aanstonds zullen zien, niet het geval.

ZUURSTOF

Het is niet onwaarschijnlijk, dat de hoeveelheid in het water opgeloste gassen, en daaronder in de eerste plaats zuurstof, wellicht ook stikstof en koolzuur, uit een biologisch oogpunt van belang zijn. Wel is het zeewater steeds betrekkelijk rijk aan zuurstof, maar het is mogelijk, dat door reduceerende invloeden het gehalte plaatselijk lager wordt en dat dit voor de ontwikkeling van het organisch leven niet onverschillig is.

¹⁾ Report on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. „Challenger” during the years 1872-1876. II. Physics and Chemistry I. p. 138.

²⁾ Zie omtrent methoden: Jaarboek van het Rijksinstituut voor het Onderzoek der Zee. 1905. blz. 114.

³⁾ Bij Lemmer, September 1905. Zie Jaarboek 1905, blz. 120.

Wij hebben in de Zuiderzee eene reeks zuurstof bepalingen uitgevoerd en wel in den beginne volgens de vroeger zeer gebruikelijke methode van ROMIJN.

Gedurende het onderzoek bleek evenwel, dat deze methode voor zeewater niet gebruikt mag worden en zelfs voor betrekkelijk zoet water, b.v. grachtwater, slechts met groote voorzichtigheid mag worden aangewend.¹⁾ Er was evenwel een onderzoek verricht door NIELS BJERRUM²⁾, die de oude methode van WINKLER met eenige wijziging op zeewater toepaste. Zijne methode hebben wij toen voor de verdere bepalingen in de Zuiderzee gebruikt. Aan boord werden de monsters van de benodigde reagentiën voorzien en dan onder water bewaard om bij aankomst in het laboratorium getitreerd te worden.

De tabellen 6 en 7 bevatten de uitkomsten.

Wij zien, dat de overeenstemming tusschen de 2 bepalingen van eenzelfde monster (a en b) in het algemeen niets te wenschen overlaat, de nauwkeurigheid van de methode gaat dan ook volgens BJERRUM tot 0.04 ccM. per liter.

In de tabel is tevens aangegeven, hoeveel zuurstof het water zou bevatten, wanneer het bij de temperatuur in situ verzadigd was. De gegevens hiervoor zijn ontleend aan de bepalingen van J. P. JACOBSEN³⁾, die evenwel voor gewoon oceaانwater gelden. Toch zullen de fouten die hierdoor ontstaan niet zeer groot zijn, aangezien de verandering in samenstelling van het Zuiderzeewater niet groot is.

De tabel geeft verder de afwijkingen van den verzadigingstoestand. Deze zijn over het algemeen onbeduidend, zoodat in de meeste gevallen het water als nagenoeg verzadigd met zuurstof beschouwd kan worden. Het grootste verschil bedroeg 0.95 ccM. in Augustus 1906.

Een enkele keer werden regelmatige verschillen gevonden, zoo b.v. in November 1905. Het is waarschijnlijk, dat toen het water bij betrekkelijk snelle daling van temperatuur in verzadiging ten achter was; bij lagere temperatuur moet het n.l. meer zuurstof oplossen.

STIKSTOFVERBINDINGEN

Sedert BRANDT⁴⁾ er de aandacht op gevestigd heeft, dat de produktiviteit der zee, behalve van licht en temperatuurverhoudingen bovenal afhankelijk is van de beschikbare hoeveelheid voedingsstoffen voor planten en dat er van de laatste sommige zijn, die in overvloed aanwezig zijn, doch andere slechts in zoo geringe hoeveelheden, dat zij, onmisbaar als ze zijn, de bovenste grens voor de produktiviteit bepalen (een wet, die reeds door LIEBIG in de agrikultuurchemie is opgesteld), is het onderzoek der in het zeewater opgeloste stikstofverbindingen, waarvan dan wel nitraten en nitriten in de eerste plaats als voedingsstoffen voor planten van belang zijn, bij alle oceanografisch-biologisch onderzoek sterk op den voorgrond getreden.

Omtrent den waren aard van den kringloop der stikstof in zee heerschen op het oogenblik nog zeer uiteenlopende meeningen. Het komt ons voor, dat voor een volledige beoordeeling dier opvattingen het voldoende materiaal alsnog ten eenenmale ontbreekt. Eerst wanneer een stelselmatig onderzoek is ingesteld naar het voorkomen der verschillende stikstofverbindingen (en sommige andere, eveneens in minimum aanwezige voedingsstoffen als kiezelzuur, fosforzuur en waarschijnlijk ook koolzuur) op verschillende plaatsen en wanneer daarnaast quantitative planktonbepalingen alsmede analyses van het plankton

¹⁾ JORISSEN, W. P., en W. E. RINGER, De bepaling van de opgeloste zuurstof in zeewater. — Chemisch Weekblad. II. No. 49. blz. 781. 1905.

²⁾ BJERRUM, N., On the determination of oxygen in Sea-water. — Meddelelser fra kommissionen for Havundersøgelser. Serie Hydrografi. Bd. I. No. 5. 1904.

³⁾ JACOBSEN, J. P., Die Löslichkeit von Sauerstoff im Meerwasser durch WINKLER's Titriermethode bestimmt. — Ibidem. Nr. 8. 1905.

⁴⁾ Men zie o.a. BRANDT, K., Ueber die Produktion und die Produktionsbedingungen im Meere. — Gesamtbericht über die Periode 1902—1904, Anlage D. — Rapp. et Proc. Verb. Cons. Perm. Intern. pour l'Expl. de la Mer. III. Copenhagen. 1905.

TABEL 8 — UITKOMSTEN DER BEPALINGEN VAN STIKSTOFVERBINDINGEN

Waar- neming No.	Datum	Plaats	NH ₃ als N	Totaal stikstof als N	Nitraten + nitrieten als N
			Milligram per liter		
65	15 Augustus	Bij Harderwijk	0.054	0.059	0.005
67	15 "	Hoornsche Hop.	0.045	0.068	0.023
—	16 "	Ton van de Bollen	0.040	0.033	—
74	19 September	Dwars van Warder.	0.064	0.083	0.019
80	21 "	Zuid van Urk	0.050	0.109	0.059
83	22 "	Bij Lemmer	0.029	0.102	0.073
89	12 Oktober	Bij Elburg.	0.038	0.061	0.023
90	12 "	Zuid van Schokland	0.040	0.590	0.550
91	12 "	Achter Schokland	0.054	0.112	0.058
94	13 "	Bij de Steile Bank.	0.050	0.098	0.048
95	14 "	Almersdorper zand.	0.096	0.143	0.047
99	15 November	Enkhuizer zand	0.031	0.071	0.040
100	16 "	Bij Oosterleek	0.057	0.077	0.020
101	16 "	Tusschen Urk en Schokland .	0.040	0.086	0.046
102	17 "	Halfweg Elburg en den Ketel.	0.108	0.175	0.067
105	17 "	Dwars van Marken.	0.080	0.104	0.024
106	18 "	Bij Medemblik	0.114	0.109	—
107	18 "	Bij de ton van den Vlieter. .	0.030	0.070	0.040
108	18 "	Texelstroom	0.066	0.066	—
			1906		
135	7 Februari	Zuid van Urk	0.064	0.165	0.101
136	7 "	Dwars van Lemmer	0.056	0.173	0.117
138	9 "	Dwars van Marken.	0.148	0.222	0.074
150	15 Maart	Bij Elburg.	0.114	0.296	0.182
155	16 "	Bij Blankenham.	0.090	0.582	0.492
158	17 "	In het Wagenpad	0.104	0.237	0.133
159	17 "	De Meer	0.082	0.092	0.010
171	24 April	Enkhuizer zand	0.092	0.142	0.050
173	25 "	Op de Knar	0.079	0.101	0.022
174	25 "	Muider zand	0.059	0.040	—
199	28 Mei	Zuid van Urk	0.019	0.125	0.106
203	30 "	Bij Elburg.	0.021	0.078	0.057
208	31 "	Zuid van Lemmer.	0.015	—	—
223	13 Juni	Dwars van Edam	0.058	0.070	0.012
224	13 "	Bij Marken	0.041	0.026	—
241	2 Juli	De Meer	0.021	0.034	0.013
245	3 "	Hoornsche gat	0.017	0.026	0.009
247	3 "	Zuid van Urk	0.017	0.019	0.002
248	3 "	Zuidwest van Urk	0.018	0.054	0.036
251	3 "	Baken bij Wieringen	0.022	0.024	0.002
252	6 Augustus	Bij den Breehorn	0.035	0.051	0.016
257	7 "	Bij de Steile Bank.	0.036	0.042	0.006
258	7 "	Bij Urk.	0.034	0.061	0.027
261	8 "	Bij Marken	0.053	0.058	0.005
265	9 "	Bij Elburg.	0.051	0.079	0.028
266	9 "	Achter Schokland	0.040	0.068	0.028
281	10 Oktober	Zuid van Schokland	0.046	—	—
282	11 "	Bij Urk.	0.046	—	—
288	13 "	Vliereede	0.059	—	—

TABEL 6 — UITKOMSTEN DER ZUURSTOFBEPALINGEN IN ZUIDERZEEWATER

1905

Waarneming No.	Plaats	Datum	ccM. zuurstof per liter		Gemiddeld	Cl. ‰	t°C.	ccM. zuurstof indien verzadigd	Afwij- king
			a	b					
71	De Meer	18 September	6.24	6.26	6.25	12.8	14.4	6.21	+ 0.04
72	Bij Oosterleek	19 "	6.38	6.43	6.41	7.4	13.7	6.68	— 0.27
74	Dwars van Warder	19 "	6.48	6.55	6.52	7.3	14.2	6.62	— 0.10
76	Dwars van Huizen	20 "	6.57	—	6.57	5.5	13.7	6.81	— 0.24
77	Voor Elburg	20 "	6.83	6.87	6.85	5.7	14.4	6.71	+ 0.14
78	Bij Elburg	21 "	6.58	—	6.58	4.7	13.8	6.86	— 0.28
79	Halfweg Urk en Elburg	21 "	6.48	6.58	6.53	5.8	13.8	6.76	— 0.23
80	Zuid van Urk	21 "	6.47	6.46	6.47	8.5	14.2	6.54	— 0.07
83	Bij Lemmer	22 "	6.92	6.91	6.92	4.7	13.3	6.93	— 0.01
84	Bij de ton van de Hofstede	22 "	6.42	6.47	6.45	9.2	13.8	6.56	— 0.11
85	De Meer	10 Oktober	6.84	6.82	6.83	12.4	10.4	6.78	+ 0.05
86	Bij Oosterleek	11 "	7.13	7.12	7.13	8.8	9.6	7.18	— 0.05
87	Enkhuizer zand	11 "	7.27	7.28	7.28	7.1	10.1	7.23	+ 0.05
88	Tusschen Urk en Schokland	11 "	7.81	7.85	7.83	5.2	10.2	7.36	+ 0.47
90	Zuid van Schokland	12 "	7.19	7.20	7.20	5.0	10.1	7.39	— 0.19
91	Achter Schokland	12 "	8.01	8.01	8.01	4.5	10.1	7.43	+ 0.58
93	Bij Blankenham	12 "	7.52	7.54	7.53	8.4	10.3	7.10	+ 0.43
94	Bij de Steile Bank	13 "	6.88	6.89	6.89	9.0	10.2	7.07	— 0.18
95	Almersdorper zand	14 "	6.46	6.54	6.50	15.8	9.3	6.68	— 0.18
98	De Meer	14 November	7.52	7.51	7.52	10.5	5.1	7.82	— 0.30
99	Enkhuizer zand	15 "	7.96	7.98	7.97	7.0	4.5	8.26	— 0.29
100	Bij Oosterleek	16 "	8.01	7.99	8.00	6.2	3.6	8.53	— 0.53
101	Tusschen Urk en Schokland	16 "	8.14	—	8.14	5.2	4.1	8.52	— 0.38
102	Halfweg Elburg en den Ketel	17 "	8.59	8.59	8.59	3.2	2.7	8.88	— 0.29
105	Dwars van Marken	17 "	8.35	8.31	8.33	5.6	3.5	8.62	— 0.29
107	Ton van den Vlieter	18 "	7.15	7.16	7.16	15.0	5.1	7.42	— 0.26
108	Texelstroom	18 "	7.15	7.14	7.15	15.1	5.2	7.39	— 0.24
109	De Meer	18 December	8.10	—	8.10	11.0	2.7	8.27	— 0.17
110	Dwars van Oosterleek	19 "	8.50	8.50	8.50	6.1	2.3	8.84	— 0.34
111	Enkhuizer zand	19 "	8.74	8.74	8.74	6.5	2.3	8.80	— 0.06
112	Val van Urk	19 "	8.73	8.75	8.74	6.4	1.8	8.93	— 0.19
113	Bij Elburg	20 "	8.89	8.94	8.92	5.5	1.7	9.04	— 0.12
114	Bezuiden de Houtrib	20 "	8.86	8.84	8.85	6.7	2.0	8.85	0
115	Op de Knar	21 "	8.76	8.75	8.76	6.6	2.4	7.75	+ 0.01
116	Binnen de Oranjesluizen	21 "	6.75	6.69	6.72	2.2	—	—	—
118	Bij Marken	22 "	8.61	8.59	8.60	6.1	3.4	8.59	+ 0.01

TABEL 7 — UITKOMSTEN DER ZUURSTOFBEPALINGEN IN ZUIDERZEEWATER

1906

Waarneming No.	Plaats	Datum	ccM. zuurstof per liter		Gemiddeld	Cl. ‰	t°C.	ccM. zuurstof indien verzadigd	Afwij- king
			a	b					
131	De Meer	6 Februari	8.41	8.41	8.41	9.3	1.7	8.66	— 0.25
132	Bij Oosterleek	7 „	8.66	8.68	8.67	6.3	1.6	8.99	— 0.32
134	Enkhuizer zand	7 „	8.89	8.93	8.91	5.8	1.6	9.04	— 0.13
135	Zuid van Urk.	7 „	8.82	8.86	8.84	5.0	1.7	9.01	— 0.47
136	Dwars van Lemmer	7 „	9.06	9.09	9.08	2.9	1.5	9.36	— 0.28
137	Op de Knar	8 „	8.88	8.92	8.90	6.2	1.4	9.04	— 0.14
138	Dwars van Marken	9 „	8.62	8.69	8.66	6.3	1.3	9.06	— 0.40
140	Bij den Breehorn	13 Maart	7.36	7.54	7.45	16.6	3.5	7.57	— 0.12
142	Bij Leekerhoek	14 „	8.09	8.10	8.10	7.1	3.5	8.47	— 0.37
146	West van Schokland	14 „	8.44	8.46	8.45	5.8	3.3	8.64	— 0.19
150	Bij Elburg	15 „	8.79	8.85	8.82	3.3	2.3	9.12	— 0.30
155	Bij Blankenham	16 „	8.85	8.77	8.81	1.3	3.4	9.04	— 0.23
156	Bij de Steile Bank	17 „	8.44	8.42	8.43	5.0	4.1	8.54	— 0.11
159	De Meer	17 „	7.73	—	7.73	12.4	4.9	7.69	+ 0.04
171	Enkhuizer zand	24 April	7.42	7.28	7.35	6.7	8.6	7.51	— 0.16
172	Bij Elburg	25 „	7.69	7.70	7.70	2.3	9.3	7.75	— 0.05
173	Op de Knar	25 „	7.58	7.58	7.58	4.5	9.5	7.54	+ 0.04
174	Muider zand	25 „	8.38	8.34	8.36	4.8	9.7	7.48	— 0.12
197	De Meer	28 Mei	6.49	6.50	6.50	10.4	13.8	6.47	+ 0.03
198	Bij de Spaanderbank	28 „	6.75	6.75	6.75	5.3	14.5	6.72	+ 0.03
199	Zuid van Urk.	28 „	6.68	6.66	6.67	4.1	15.7	6.64	+ 0.03
202	Op de Knar	29 „	6.72	6.70	6.71	4.5	15.4	6.66	+ 0.05
203	Bij Elburg	30 „	6.56	6.58	6.57	3.1	15.3	6.76	— 0.19
208	Zuid van Lemmer	31 „	6.65	6.62	6.64	0.8	15.3	6.96	— 0.32
209	Bij de ton van de Hofstede.	31 „	6.94	6.94	6.94	5.2	14.8	6.70	+ 0.24
210	In de Gammels	31 „	6.22	6.21	6.22	13.3	14.7	6.16	+ 0.06
252	Bij den Breehorn	6 Augustus	5.53	5.53	5.53	16.3	19.3	5.51	+ 0.02
254	Bij de ton van de Kreupel	6 „	5.68	5.70	5.69	9.6	19.5	5.88	— 0.19
255	Bij de ton van de Hofstede.	7 „	6.01	6.07	6.04	5.2	19.3	6.17	— 0.13
257	Bij de Steile Bank	7 „	6.32	6.32	6.32	3.9	19.5	6.22	+ 0.10
259	Enkhuizer zand	7 „	6.13	6.15	6.14	6.3	19.3	6.10	+ 0.04
262	Bij Marken.	8 „	6.21	6.21	6.21	4.4	20.5	6.09	+ 0.12
264	Bij de Houtrib	8 „	6.07	5.99	6.03	6.1	20.0	6.03	0
265	Bij Elburg	9 „	5.87	5.89	5.88	1.9	19.3	6.36	— 0.48
266	Achter Schokland	9 „	5.40	5.47	5.44	1.4	19.3	6.39	— 0.95
267	Bij de ton van het Zand.	10 „	5.87	5.85	5.86	6.5	19.7	6.04	— 0.18

Wij hebben in de Zuiderzee eene reeks zuurstof bepalingen uitgevoerd en wel in den beginne volgens de vroeger zeer gebruikelijke methode van ROMIJN.

Gedurende het onderzoek bleek evenwel, dat deze methode voor zeewater niet gebruikt mag worden en zelfs voor betrekkelijk zoet water, b.v. grachtwater, slechts met groote voorzichtigheid mag worden aangewend.¹⁾ Er was evenwel een onderzoek verricht door NIELS BJERRUM²⁾, die de oude methode van WINKLER met eenige wijziging op zeewater toepaste. Zijne methode hebben wij toen voor de verdere bepalingen in de Zuiderzee gebruikt. Aan boord werden de monsters van de benodigde reagentiën voorzien en dan onder water bewaard om bij aankomst in het laboratorium getitreerd te worden.

De tabellen 6 en 7 bevatten de uitkomsten.

Wij zien, dat de overeenstemming tusschen de 2 bepalingen van eenzelfde monster (*a* en *b*) in het algemeen niets te wenschen overlaat, de nauwkeurigheid van de methode gaat dan ook volgens BJERRUM tot 0.04 ccM. per liter.

In de tabel is tevens aangegeven, hoeveel zuurstof het water zou bevatten, wanneer het bij de temperatuur in situ verzadigd was. De gegevens hiervoor zijn ontleend aan de bepalingen van J. P. JACOBSEN³⁾, die evenwel voor gewoon oceaانwater gelden. Toch zullen de fouten die hierdoor ontstaan niet zeer groot zijn, aangezien de verandering in samenstelling van het Zuiderzeewater niet groot is.

De tabel geeft verder de afwijkingen van den verzadigingstoestand. Deze zijn over het algemeen onbeduidend, zoodat in de meeste gevallen het water als nagenoeg verzadigd met zuurstof beschouwd kan worden. Het grootste verschil bedroeg 0.95 ccM. in Augustus 1906.

Een enkele keer werden regelmatig verschillen gevonden, zoo b.v. in November 1905. Het is waarschijnlijk, dat toen het water bij betrekkelijk snelle daling van temperatuur in verzadiging ten achter was; bij lagere temperatuur moet het n.l. meer zuurstof oplossen.

STIKSTOFVERBINDINGEN

Sedert BRANDT⁴⁾ er de aandacht op gevestigd heeft, dat de produktiviteit der zee, behalve van licht en temperatuurverhoudingen bovenal afhankelijk is van de beschikbare hoeveelheid voedingsstoffen voor planten en dat er van de laatste sommige zijn, die in overvloed aanwezig zijn, doch andere slechts in zoo geringe hoeveelheden, dat zij, onmisbaar als ze zijn, de bovenste grens voor de produktiviteit bepalen (een wet, die reeds door LIEBIG in de agrikultuurchemie is opgesteld), is het onderzoek der in het zeewater opgeloste stikstofverbindingen, waarvan dan wel nitraten en nitrieten in de eerste plaats als voedingsstoffen voor planten van belang zijn, bij alle oceanografisch-biologisch onderzoek sterk op den voorgrond getreden.

Omtrent den waren aard van den kringloop der stikstof in zee heerschen op het oogenblik nog zeer uiteenlopende meeningen. Het komt ons voor, dat voor een volledige beoordeeling dier opvattingen het voldoende materiaal alsnog ten eenenmale ontbreekt. Eerst wanneer een stelselmatig onderzoek is ingesteld naar het voorkomen der verschillende stikstofverbindingen (en sommige andere, eveneens in minimum aanwezige voedingsstoffen als kiezelzuur, fosforzuur en waarschijnlijk ook koolzuur) op verschillende plaatsen en wanneer daarnaast quantitative planktonbepalingen alsmede analyses van het plankton

¹⁾ JORISSEN, W. P., en W. E. RINGER, De bepaling van de opgeloste zuurstof in zeewater. — Chemisch Weekblad. II. No. 49. blz. 781. 1905.

²⁾ BJERRUM, N., On the determination of oxygen in Sea-water. — Meddelelser fra kommissionen for Havundersøgelser. Serie Hydrografi. Bd. I. No. 5. 1904.

³⁾ JACOBSEN, J. P., Die Löslichkeit von Sauerstoff im Meerwasser durch WINKLER's Titriermethode bestimmt. — Ibidem. Nr. 8. 1905.

⁴⁾ Men zie o.a. BRANDT, K., Ueber die Produktion und die Produktionsbedingungen im Meere. — Gesamtbericht über die Periode 1902—1904, Anlage D. — Rapp. et Proc. Verb. Cons. Perm. Intern. pour l'Expl. de la Mer. III. Copenhague. 1905.

TABEL 8 — UITKOMSTEN DER BEPALINGEN VAN STIKSTOFVERBINDINGEN

Waarneming No.	Datum	Plaats	NH ₃ als N	Totaal stikstof als N	Nitraten + nitrieten als N
			Milligram per liter		
65	15 Augustus	Bij Harderwijk	0.054	0.059	0.005
67	15 "	Hoornsche Hop.	0.045	0.068	0.023
—	16 "	Ton van de Bollen	0.040	0.033	—
74	19 September	Dwars van Warder.	0.064	0.083	0.019
80	21 "	Zuid van Urk	0.050	0.109	0.059
83	22 "	Bij Lemmer	0.029	0.102	0.073
89	12 Oktober	Bij Elburg.	0.038	0.061	0.023
90	12 "	Zuid van Schokland	0.040	0.590	0.550
91	12 "	Achter Schokland	0.054	0.112	0.058
94	13 "	Bij de Steile Bank.	0.050	0.098	0.048
95	14 "	Almersdorper zand.	0.096	0.143	0.047
99	15 November	Enkhuizer zand	0.031	0.071	0.040
100	16 "	Bij Oosterleek	0.057	0.077	0.020
101	16 "	Tusschen Urk en Schokland .	0.040	0.086	0.046
102	17 "	Halfweg Elburg en den Ketel.	0.108	0.175	0.067
105	17 "	Dwars van Marken.	0.080	0.104	0.024
106	18 "	Bij Medemblik	0.114	0.109	—
107	18 "	Bij de ton van den Vlieter. .	0.030	0.070	0.040
108	18 "	Texelstroom	0.066	0.066	—
1906					
135	7 Februari	Zuid van Urk	0.064	0.165	0.101
136	7 "	Dwars van Lemmer	0.056	0.173	0.117
138	9 "	Dwars van Marken.	0.148	0.222	0.074
150	15 Maart	Bij Elburg.	0.114	0.296	0.182
155	16 "	Bij Blankenham.	0.090	0.582	0.492
158	17 "	In het Wagenpad	0.104	0.237	0.133
159	17 "	De Meer	0.082	0.092	0.010
171	24 April	Enkhuizer zand	0.092	0.142	0.050
173	25 "	Op de Knar	0.079	0.101	0.022
174	25 "	Muider zand	0.059	0.040	—
199	28 Mei	Zuid van Urk	0.019	0.125	0.106
203	30 "	Bij Elburg.	0.021	0.078	0.057
208	31 "	Zuid van Lemmer.	0.015	—	—
223	13 Juni	Dwars van Edam	0.058	0.070	0.012
224	13 "	Bij Marken	0.041	0.026	—
241	2 Juli	De Meer	0.021	0.034	0.013
245	3 "	Hoornsche gat	0.017	0.026	0.009
247	3 "	Zuid van Urk	0.017	0.019	0.002
248	3 "	Zuidwest van Urk	0.018	0.054	0.036
251	3 "	Baken bij Wieringen	0.022	0.024	0.002
252	6 Augustus	Bij den Breehorn	0.035	0.051	0.016
257	7 "	Bij de Steile Bank.	0.036	0.042	0.006
258	7 "	Bij Urk.	0.034	0.061	0.027
261	8 "	Bij Marken	0.053	0.058	0.005
265	9 "	Bij Elburg.	0.051	0.079	0.028
266	9 "	Achter Schokland	0.040	0.068	0.028
281	10 Oktober	Zuid van Schokland	0.046	—	—
282	11 "	Bij Urk.	0.046	—	—
288	13 "	Vliereede	0.059	—	—

zullen zijn uitgevoerd, wanneer voorts bovenal de rol die de bakteriën bij de stofwisseling in de zee spelen beter bekend zal zijn, eerst dan zal men een inzicht kunnen krijgen in de oorzaken der geringere of grootere produktiviteit.

Tijdens ons onderzoek hebben wij zeer beslist den indruk gekregen, dat de Zuiderzee een bij uitstek geschikt terrein is, om in deze richting het onderzoek voort te zetten. In de eerste plaats is de Zuiderzee relatief groot en tegelijk gemakkelijk bevaarbaar. Vervolgens is zij gekenmerkt door een zoo geringe diepte, dat geen voedingsstoffen door bezinken aan den kringloop onttrokken kunnen worden, terwijl er betrekkelijk veel met het rivierwater worden ingevoerd. Eindelijk liggen er verschillende steden aan, die betrekkelijk groote hoeveelheden afval in de Zuiderzee werpen, hetgeen als bemesting kan worden beschouwd. Men mag reeds op grond van deze overwegingen een relatief hooge produktiviteit verwachten.

Daar het zooals boven gezegd, vóór alles gewenscht scheen zooveel mogelijk gegevens omtrent de hoeveelheid der in het Zuiderzeewater opgeloste stikstofverbindingen bijeen te brengen zijn op verschillende punten en in verschillende maanden watermonsters geschept, om die daarin te bepalen.

Jammer genoeg bleken de methoden van onderzoek, voornamelijk afkomstig van RABEN,¹⁾ voor deze steeds en overal in uiterst geringe hoeveelheden²⁾ aanwezige verbindingen nog niet voldoende uitgewerkt te zijn. Met name zijn de nitraten en nitrieten moeilijk te bepalen; met ammoniak gaat het beter. De groote moeielijkheid schuilt vooral hierin, dat men deze verbindingen in een zoo samengestelde zoutoplossing als zeewater is, moet bepalen, terwijl sommige (b. v. salpeterigzuur) gemakkelijk ontleed wordt.

Wij geven intusschen de door ons volgens de methode van RABEN³⁾ gevonden waarden, als eerste bijdrage tot de kennis dezer verbindingen in de Zuiderzee. (tabel 8).

Wanneer wij deze uitkomsten bezien, valt ons in de eerste plaats op, dat de gehalten niet hoog zijn. Nu zijn volgens het boven besprokene de waarden voor de nitraten en nitrieten wel niet geheel betrouwbaar, maar de ammoniakgehalten zullen wel niet zeer veel van de waarheid verschillen. Deze nu zijn over het algemeen niet hooger dan in de Noordzee. Ter vergelijking geven wij hier ammoniakbepalingen in Noordzeewater van de termijnvaart met de „Wodan” in Februari 1907.

TABEL 9 — AMMONIAKGEHALTE VAN NOORDZEEWATER,
TERMIJNVAART FEBRUARI 1907

Station	Plaats		NH ₃ als N	Station	Plaats		NH ₃ als N
H 1	53°14' N.	4°15' O.	0.077	H 4c	54°25' N.	0°40' O.	0.073
H 2	53°44'.5	3°37'	0.076	H 5	54° 5'	1°28'	0.082
H 3	54° 6'	3° 8'	0.077	H 8	52°40'	2°28'	0.066
H 4	54°28'	2°16'	0.082	H 8a	52°30'	3° 0'	0.059
H 4a	55°10'	1°10'	0.069	H 9	52°15'	3°28'	0.059
H 4b	55°10'	0°20' W.	0.059				
					Gemiddeld . .		0.071

¹⁾ RABEN, E., Ueber quantitative Bestimmung von Stickstoffverbindungen im Meerwasser. — Wiss. Meeresunt. Abt. Kiel. N. F. VIII, 1904.

—, Weitere Mitteilungen über quantitative Bestimmungen von Stickstoffverbindungen und von gelöster Kieselsäure im Meerwasser. Ibidem 1905.

²⁾ Zoo bedraagt b. v. het ammoniakgehalte zelden meer dan 0.2 milligram per liter, gewoonlijk veel minder.

³⁾ De reductie is uitgevoerd met aluminium bij gewone temperatuur.

In onderstaande tabel 10 zijn de maandelijksche gemiddelden voor het ammoniakgehalte in de Zuiderzee vereenigd.

TABEL 10 — GEMIDDELD GEHALTE AAN AMMONIAK ALS N.

Jaar	Maand	Milligram per liter	Jaar	Maand	Milligram per liter
1905	Augustus	0.045	1906	April	0.077
»	September	0.048	»	Mei	0.018
»	Oktober	0.056	»	Juni	0.050
»	November	0.066	»	Juli	0.018
1906	Februari	0.089	»	Augustus	0.042
»	Maart	0.098			

Men moet bij de beoordeeling dezer gemiddelden in het oog houden, dat in de verschillende maanden geenszins dezelfde stations zijn bezocht en dus plaatselijke invloeden een rol kunnen spelen (b.v. rivierwater). Toch zou men geneigd zijn aan te nemen, dat het ammoniakgehalte in den zomer lager is dan in den winter. Wegens de groote onzekerheid der bepalingen van de nitraten en nitrieten zullen wij de daarvoor gevonden waarden niet aldus beschouwen, ofschoon ook daar in den winter een toename schijnt te bestaan.

Waarom nu in de Zuiderzee de lage stikstofgehalten en de vermoedelijke periodiciteit zijn toe te schrijven, valt voorloopig moeilijk te beslissen. Men zou b.v. een hooger ammoniakgehalte verwachten, wanneer het door de rivieren toegevoegde ammoniak bleef bestaan. Wanneer een liter Noordzeewater met een ammoniakgehalte van 0.030 milligr. zich vermengt met 2.5 liter rivierwater met een ammoniakgehalte van 0.5 milligr. per liter zou het mengwater een ammoniakgehalte moeten bezitten van 0.36 milligr. Menging in deze verhouding komt in de Zuiderzee op vele plaatsen voor; toch is het ammoniakgehalte steeds aanzienlijk lager. Bij de stikstof is dan nog niet eens gerekend, die van de steden in de zee wordt gebracht. Het is denkbaar, dat in de Zuiderzee de stikstofverbindingen in zoodanig minimum aanwezig zijn, dat zij de vegetatie bepalen; men kan dan aannemen, dat de planten ze tot op een zekere grens kunnen opgebruiken, welke grens b.v. door de in den zomer gevonden waarden wordt gegeven. ¹⁾ Misschien speelt ook in de Zuiderzee de denitrifikatie een rol bij de in den zomer daar heerschende betrekkelijk hooge temperatuur of de destillatie van het ammoniak. In ieder geval zou het zeer de moeite waard zijn onderzoekingen in deze richting voort te zetten, gepaard met bakteriologische waarnemingen benevens verdere quantitative planktonvangsten en zoo mogelijk chemische analyses hiervan. De uitkomsten beloven zoowel wetenschappelijk als praktisch van groote waarde te zullen zijn, mits ze over voldoende langen tijd worden voortgezet. ²⁾

KIEZELZUUR

Onder de voedingsstoffen welke in het zeewater in minimum aanwezig zijn is boven ook het kiezelzuur genoemd. Kiezelzuur wordt door de Diatomeën, die het hoofdbestanddeel van het plantaardige plankton vormen, voor den bouw hunner kiezelpanters gebruikt.

¹⁾ De toegevoerde stikstofverbindingen zouden dus met de gevangen visch uit het water worden gehaald; in den winter zouden dan de stikstofverbindingen door de geringe vegetatie weer tijdelijk kunnen stijgen.

²⁾ Een kritische studie over de methodiek der stikstofbepalingen in zeewater is door RINGER gereed gemaakt en zal binnenkort elders het licht zien.

Ook voor de bepaling van dit voor de Zuiderzee stellig zeer belangrijke element werden op verschillende plaatsen watermonsters geschept.

Natuurlijk mag het zeewater niet met glas in aanraking komen, waarom het in zinken bussen aan boord geschept wordt. Wij filtreerden de 3 liter door bijzonder dik filtreerpapier, ten einde niet-opgelost kiezelzuur (van Diatomeën enz.) tegen te houden. Het indampen geschiedde in platinaschalen met een inhoud van ruim een halven liter.

Het kiezelzuur werd ten slotte met fluorwaterstofzuur vervluchtigd, meestal bleef daarbij een kleine rest achter; in de volgende tabel zijn alleen de vluchtige hoeveelheden opgegeven.

TABEL II — UITKOMSTEN VAN KIEZELZUURBEPALINGEN IN ZUIDERZEEWATER

Waarneming No.	Datum	Plaats	Cl. ‰	SiO ₂ milligrammen per liter	SiO ₂ /Cl. $\times 10^4$
	1905				
75	20 September	Bij Marken	7.8	0.5	0.6
83	22 »	Bij Lemmer.	4.7	1.1	2.3
112	19 December	Val van Urk	6.4	1.1	1.7
113	20 »	Bij Elburg	5.5	0.7	1.3
	1906				
135	7 Februari	Zuid van Urk	5.8	0.7	1.2
136	7 »	Dwars van Lemmer.	2.9	0.8	2.8
138	9 »	Dwars van Marken	6.3	0.5	0.8
150	15 Maart	Bij Elburg	3.3	0.7	2.1
159	17 »	De Meer.	12.4	0.7	0.6
171	24 April	Enkhuizer zand	6.7	0.8	1.2
173	25 »	Op de Knar	4.5	1.1	2.4
174	25 »	Muider zand	4.8	1.0	2.1
199	28 Mei	Zuid van Urk	4.1	0.9	2.2
203	30 »	Bij Elburg	3.1	1.0	3.3
223	13 Juni	Bij Edam	4.6	0.7	1.5
224	13 »	Bij Marken	4.8	1.2	2.5
241	2 Juli	De Meer.	11.4	0.2	0.2
245	3 »	Hoornsche gat.	6.7	0.6	0.9
247	3 »	Bij Urk	5.0	0.6	1.2
251	3 »	Baken bij Wieringen.	10.3	0.2	0.2
257	7 Augustus	Bij de Steile Bank	3.9	0.2	0.5
265	9 »	Bij Elburg	1.9	0.1	0.5
274	6 September	Bij Huizen	4.1	0.4	1.0
—	7 »	Bij Urk	4.6	0.5	1.1
281	10 Oktober	Bij Schokland	1.7	0.4	2.4
288	13 »	Vliereede.	16.3	0.2	0.1

Het kiezelzuur is in de Zuiderzee gemiddeld hooger dan in de Noordzee. Wanneer ten minste de analyses volgens RABEN voldoende betrouwbaar zijn. In de Noordzee werd dikwijls 0.3 milligr. per liter gevonden. Slechts zeer zelden was het aanmerkelijk hooger. Verder zien wij, dat het kiezelzuur bij laag zoutgehalte toeneemt, wat het duidelijkst blijkt uit de verhouding van kiezelzuur tot chloor. Het hoogere gehalte is dus toe te schrijven aan het rivierwater.

Uit de gedane bepalingen laat zich voorhands nog niets omtrent een periodiciteit beslissen;

zij zijn daartoe niet uitgebreid genoeg en misschien ook niet voldoende steeds op dezelfde plaatsen uitgevoerd. RABEN vond in Noord- en Oostzee wel een periodiciteit, die hij in verband brengt met de woekerperioden der Diatomeën.

Voortgezet onderzoek zal dus slechts kunnen toonen, welke rol het kiezelzuur in de Zuiderzee speelt.

HET ZUIDERZEEWATER ALS VOEDINGSVLOEISTOF VOOR PLANTEN

Daar, zooals bekend is, de bladgroenhoudende planten de eenige levende wezens zijn, die met behulp van de energie der zonnestralen in de bladgroenkorrels organische stof uit anorganische bestanddeelen kunnen opbouwen, zijn alle levende wezens, dus ook de dieren voor den opbouw van hun lichaam in laatste instantie aangewezen op planten als voedsel. In de huishouding der zee zijn het de Diatomeën, die als het oervoedsel moeten worden beschouwd, zij zijn als het ware het gras der zee-weilanden en worden allerwege, hier meer, ginds minder overvloedig, in het zeewater aangetroffen. Hieruit volgt, dat zij in zee alle noodige voorwaarden vinden, welke zij voor hun instandhouding behoeven.

Inderdaad bevat nu het zeewater — en wij zullen ons in het volgende alleen tot de Zuiderzee bepalen — bevat dus het Zuiderzeewater alle stoffen, die voor het leven der planten, in het bijzonder der Diatomeën noodig zijn. Uit de plantenphysiologie is bekend, dat een aantal elementen onmisbaar zijn voor het gedijen der planten. Het zijn: koolstof, waterstof, zuurstof, stikstof, kalium, calcium, magnesium, fosfor, zwavel en ijzer. De Diatomeën kunnen bovendien niet buiten kiezelzuur (het hoofdbestanddeel hunner pantsers) en voor de in zeewater levende Diatomeën, die wij nu meer in het bijzonder op het oog hebben, zijn ook natrium en chloor onmisbaar, de bestanddeelen van het keukenzout, daar deze Diatomeën slechts in water kunnen leven, dat een zeker zoutgehalte bezit.

Van verschillende der hiergenoemde stoffen is boven reeds de aanwezigheid in het Zuiderzeewater aangetoond, hier rest nu nog de vermelding, dat ook kalium, fosfor en ijzer, die ook door het rivierwater worden aangevoerd, allerwege in het zeewater, zij het ook soms in geringe hoeveelheid, worden aangetroffen.

De Diatomeën halen dus de benodigde voedingsstoffen uit het omringende zeewater. Sommige daarvan (b.v. zuurstof, waterstof, magnesium, calcium, zwavel en ijzer), zijn zoo rijkelijk voorhanden, dat de Diatomeën hiervan meer dan zij behoeven ter beschikking vinden. Van andere, stikstofverbindingen, kiezelzuur, wellicht ook koolzuur, geldt dit intusschen niet. Deze zijn in zulke geringe hoeveelheid aanwezig, dat de Diatomeën nagenoeg alles opgebruiken wat er is, zoodat er een oogenblik komt, waarop de ontwikkeling dier planten ophoudt bij gebrek aan de genoemde onmisbare voedingsstoffen. De hoeveelheid oervoedsel die dus geproduceerd kan worden, is afhankelijk van de bedoelde in minimum aanwezige stoffen en daarmee de produktiviteit van het water. De hoeveelheid van deze voedingsstoffen is dus „massgebend” voor de ontwikkeling van de organismen in het water, ook al is van alle andere voedingsstoffen overvloed aanwezig. Hieruit volgt voorts dat men wellicht door het inbrengen van de te weinig aanwezige stoffen (bemesting) de produktiviteit zou kunnen verhoogen.

Men begrijpt nu het belang van het onderzoek van het zeewater juist op die in minimum aanwezige stoffen en het gewicht, dat aan een nauwkeurige bepaling daarvan moet worden gehecht. Maar tevens, hoe ingewikkeld de verschijnselen zullen zijn, die zich hierbij aan den onderzoeker voordoen, vooral als men bedenkt, hoe samengesteld een oplossing Zuiderzeewater is, en hoe talrijk de wisselwerkingen tusschen de verschillende organismen zijn. Daarbij komt dan nog, dat de variaties in temperatuur en zoutgehalte van het zeewater stellig diepgaande veranderingen in het normale verloop der stofwisselingsprocessen kunnen veroorzaken, zoodat wij hier, gelijk in den aanvang reeds is gezegd, feitelijk nog aan het begin van een uitgebreid en veelbelovend onderzoek staan.

TABEL 12 — HOEVEELHEID PLANKTON-ORGANISMEN IN DE ZUIDERZEE EN DE NOORDZEE

Waarneming No.	PLAATS	S ‰	Aantal per kubieke Meter			Opmerkingen	
			Diatomeën	Copepoden	Copepoden- nauplii		
Zuiderzee							
Juli 1905:							
39	Dwars van Warder	10.7	927.000	104.000	54.100		
40	Muiderzand	9.5	1.052.000	36.000	80.500		
42	Op de Knar	11.0	1.381.000	67.000	75.000		
45	In het Ensgat	5.1	999.000	399.000	126.000		
49	Bij de Steile Bank	13.8	717.000	68.500	78.500		
			5.076.000	674.500	414.100		
Gemiddeld . .			1.015.000	135.000	83.000		
September 1905:							
75	Dwars van Marken	14.1	2.895.000	9.500	40.000		1) minstens.
78	Bij Elburg	8.5	4.590.000	60.000	35.000		
79	Elburg—Urk	10.4	9.250.000	85.000	40.000		
80	Zuid van Urk	15.4	3.340.000	9.500	(5.000) 1)		
83	Bij Lemmer	8.6	7.270.000	70.000	60.000		
			27.345.000	234.000	180.000		
Gemiddeld . .			5.469.000	46.800	36.000		
November 1905:							
102	Bij Elburg	5.7	616.000	1.400	12.000		
105	Dwars van Marken	10.1	605.000	23.000	40.000		
			1.221.000	24.400	52.000		
Gemiddeld . .			611.000	12.200	26.000		
December 1905:							
118	Bij Elburg	9.9	95.000	52.000	35.000		
Maart 1906:							
150	Bij Elburg	6.0	245.000	15.000	65.000		
156	Bij de Steile Bank	9.1	174.000	4.000	16.000		
			419.000	19.000	81.000		
Gemiddeld . .			210.000	9.500	40.500		

Hoeveelheid Plankton-organismen in de Zuiderzee en de Noordzee (*Vervolg*)

Waarneming No.	PLAATS	S. ‰	Aantal per kubieke Meter			Opmerkingen
			Diatomeen	Copepoden	Copepoden nauplii	
April 1906:						
172	Bij Elburg	4.1	1.470.000	24.300	246.000	
174	Muiderzand	8.7	574.000	33.000	200.000	
			2.044.000	57.300	446.000	
	Gemiddeld	. .	1.022.000	28.700	223.000	
Mei 1906:						
199	Bij Urk	7.4	632.000	176.000	40.000	
203	Bij Elburg	5.6	4.433.000	127.000	113.000	
208	Bij Lemmer	—	3.293.000	120.000	193.300	
			8.358.000	423.000	346.300	
	Gemiddeld	. .	2.786.000	141.000	115.400	
Juni 1906:						
224	Bij Marken	8.7	6.582.000	68.000	200.000	
Juli 1906:						
248	Bij Urk	8.6	650.000	22.000	130.000	
Augustus 1906:						
265	Bij Elburg	3.5	560.000	40.000	190.000	
Waddenzee						
Juli 1905:						
56	De Meer	24.2	9.900	29.700	23.400	
September 1905:						
84	Bij de ton van de Hofstede	16.6	3.624.000	25.500	12.000	
November 1905:						
106	Bij Medemblik	20.2	150.000	3.300	(3.000) ¹⁾	¹⁾ minstens.
Maart 1906:						
159	De Meer	22.4	344.000	1.600	(8.000) ²⁾	²⁾ minstens.
Noordzee						
Juni 1905:						
—	Bij IJmuiden	31.8	120.000	9.600	32.000	Bovendien Peridineën 15.600
Augustus 1905:						
—	Station H. 2.	34.6	55.250	3.500	40.250	1.139.250
III						

Het schijnt intusschen, dat wij met ons onderzoek op den goeden weg zijn. Er zijn althans, behalve de bovenvermelde chemische onderzoekingen, nog andere waarnemingen met betrekking tot de produktiviteit van de Zuiderzee door ons verricht, waarvan de resultaten in overeenstemming zijn met het bovenstaande en waarover hier nog met een enkel woord moge worden bericht.

De eerste groep van waarnemingen heeft betrekking op quantitatieve verdeling van het plankton in de Zuiderzee. Gelijk uit de waarnemingsstaten in Bijlage I blijkt, werden op verschillende punten en in verschillende maanden grootere hoeveelheden water gefiltreerd, teneinde de daarin aanwezige plankton-organismen te verzamelen en te tellen. Een aantal dezer quantitatieve planktonmonsters is door Dr. VAN BREEMEN doorgeteld en de uitkomsten van dit tijdroovend onderzoek zijn hierboven in tabel 12 verkort medegedeeld. Men vindt er de hoeveelheid Diatomeën en Copepoden, de twee belangrijkste bestanddeelen van het plankton, in de verschillende maanden van het jaar vermeld. Ter vergelijking zijn ook enkele bepalingen uit de Noordelijke Zuiderzee en de Noordzee opgenomen.

Men ziet, dat het aantal organismen, per kubieke meter in de Zuiderzee veel grooter is dan elders, maar hier in de verschillende maanden sterk uiteenloopt. In den nazomer is in het algemeen het aantal Diatomeën het grootst: wellicht staat hiermede het boven (blz. 17) gereleveerde verschijnsel in verband, dat het ammoniakgehalte tengevolge van het stikstofverbruik dan het laagst is. Omgekeerd is in de wintermaanden een minimum der Diatomeën aanwezig. De Copepoden bereiken in de zomermaanden, Mei—Augustus, hun maximum. Hun larven, de Copepoden-nauplii, schijnen daarentegen in het voorjaar het talrijkst te zijn.

Het staat derhalve vast, dat in den tijd, dat de Zuiderzee het rijkst is aan hongerige kleine vischjes, in den tijd ook, dat deze bij hooge temperatuur en daarmede gepaard gaande intensieve stofwisseling het snelst groeien, hun voedsel in de grootste hoeveelheden ter beschikking is.

Hiermede zijn wij genaderd tot de tweede groep van waarnemingen, die eenig licht kunnen werpen op de huishouding van de Zuiderzee, n.l. die, welke op het voedsel der visschen betrekking hebben, en waarvan de resultaten zoo fraai de afhankelijkheid die der visschen van het plantaardig voedsel kunnen demonstreeren.

Nemen wij als voorbeeld eens de bot. Deze voedt zich, gelijk wij bij herhaling bij het onderzoek van den maaginhoud vonden, wanneer hij grooter is, bijna uitsluitend met schelpdieren (*Mya*, *Cardium*, *Tellina*), die allerwegen in de Zuiderzee in groote hoeveelheden voorkomen. Deze schelpdieren nu voeden zich op hun beurt bijna uitsluitend met Diatomeën, waaronder verschillende soorten, die aan den bodem, andere, die meer in het plankton huizen.

Op gelijke wijze zal voor elk dier in de Zuiderzee bij voortgezet onderzoek ongetwijfeld kunnen worden aangetoond, dat zijn bestaan hetzij rechtstreeks, hetzij middellijk afhankelijk is van de plantaardige wezens, welke in de Zuiderzee worden voortgebracht.

Vandaar dat het Zuiderzeewater ook als voedingsvloei-stof voor planten volop onze aandacht verdient. Van dit standpunt bezien is het tenslotte nog van belang erop te wijzen, dat de Zuiderzee een zoo betrekkelijk rustig bekken is, als het ware een enorme vijver, waarin geen stroomingen de toegevoerde voedingsstoffen onmiddellijk weer verwijderen. De organismen vinden er alle voorwaarden voor een rustig gedijen en volle ontwikkeling, ongeveer als in een doode arm of bocht eener rivier, waar het pelagische leven zich rijk ontwikkelen kan, terwijl de snelstroomende rivier zelf arm aan planktonorganismen is.

Dit min of meer in zichzelf gesloten zijn, zal ongetwijfeld in sommige opzichten het onderzoek naar de produktiviteit blijken te vergemakkelijken; aan den anderen kant mag daarbij niet uit het oog worden verloren, dat een groot deel van het in de Zuiderzee gevangen vischvleesch niet in de Zuiderzee zelf gevormd is, maar afkomstig is van buiten.