

BIJDRAGE TOT DE KENNIS VAN HET CHEMISME DER BRAKKE WATEREN VAN BELGIE

DOOR

M. DE RIDDER.

I. Inleiding.

Begin 1949 wees Professor van OYE er ons op, welk groot terrein er nog voor onderzoek braak ligt in België op het gebied der brakke wateren. Vooral over het verband tussen de scheikundige samenstelling van het water en de aard van het plankton zijn aanvullende gegevens dringend gewenst. Wel had J. MASSART in zijn « Essai de Géographie botanique des districts littoraux de la Belgique » (1908) de eerste grotere studie over onze zoute wateren gegeven, en in dit werk een paar analysetabellen voor polderwater ingelast. Ook J. SCHOUTEDEN-WERY, in haar « Recherches sur les facteurs qui règlent la distribution géographique des algues dans le Veurne-Ambacht » (1910), geeft voor ieder der door haar onderzochte stations twee wateranalyses. Doch deze gegevens blijven te statisch, men ziet ze niet genoeg evolueren gedurende de tijd van het onderzoek.

Onder impuls van van OYE komen dan in het limnologisch onderzoek in België twee facetten bijzonder op de voorgrond :

- a/ : Het volgen van een bepaald biotoop gedurende een zekere tijd, tenminste gedurende twee volledige jaarcyclussen.
- b/ : de nadruk valt op de pH als biogeografische factor van eerste orde. Voor wat in het bijzonder het brakwater betreft, daar wordt vanzelfsprekend het gehalte aan Cl-ionen bepaald en wordt aangesloten bij de indeling van REDEKE (1932) in oligo-, meso- en polyhalieene gebieden.

Voor wat het brakwateronderzoek betreft, moeten in België nog twee namen worden vernoemd : in de eerste plaats die van W. CONRAD, die herhaaldelijk te Lillo werkte en in een van zijn laatste publicaties [« Recherches sur les eaux saumâtres de Lilloo. I. Le milieu » (1941)] een belangrijke bijdrage gaf tot de kennis der chemische samenstelling van een brakwatergebied. Verder is er L. VAN MEEL, die zijn « Aperçu sur la végétation algologique du district poldérien de la vallée du Bas-Escaut belge » in 1949 publiceerde; voor de eigenschappen van het water bepaalt hij zich echter tot het meten van densiteit, pH, zoutgehalte, droogrest en calciumgehalte.

Het lag nu in onze bedoeling, de studie van verschillende brakwatertypes door te voeren gedurende een tijdsverloop van twee jaar, regelmatig de chemische analyse van het water te doen op zoveel

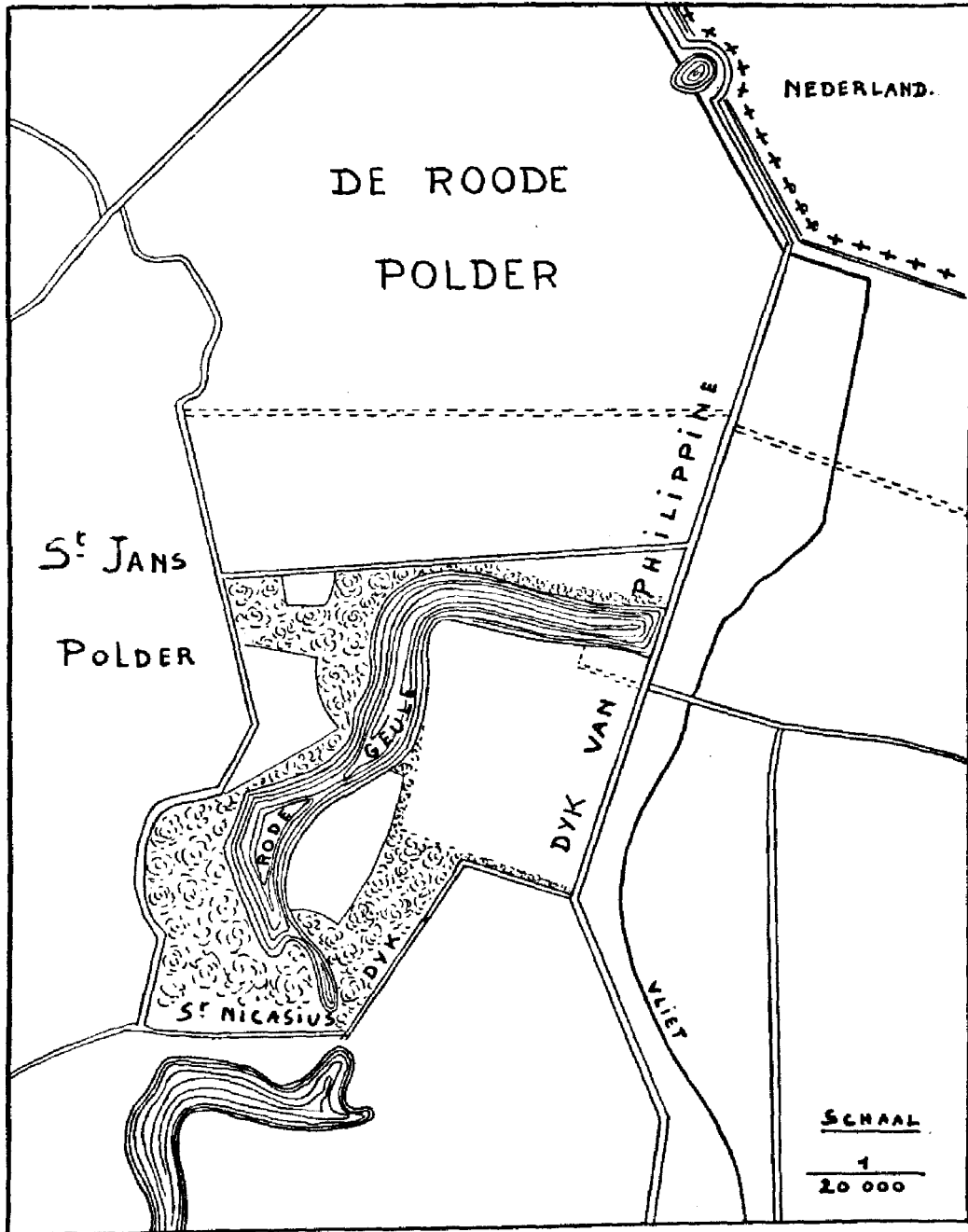


Fig. 1

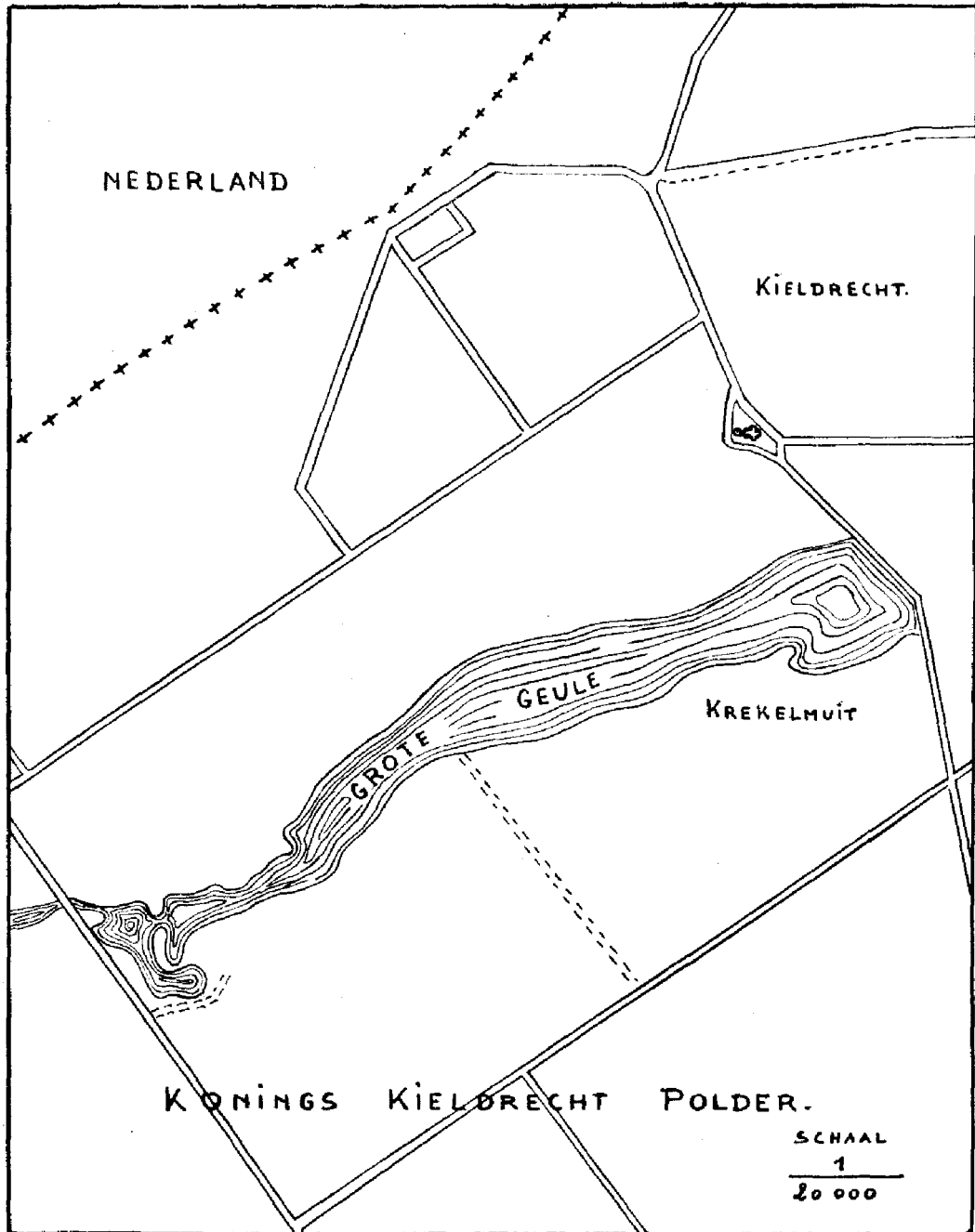


Fig. 2

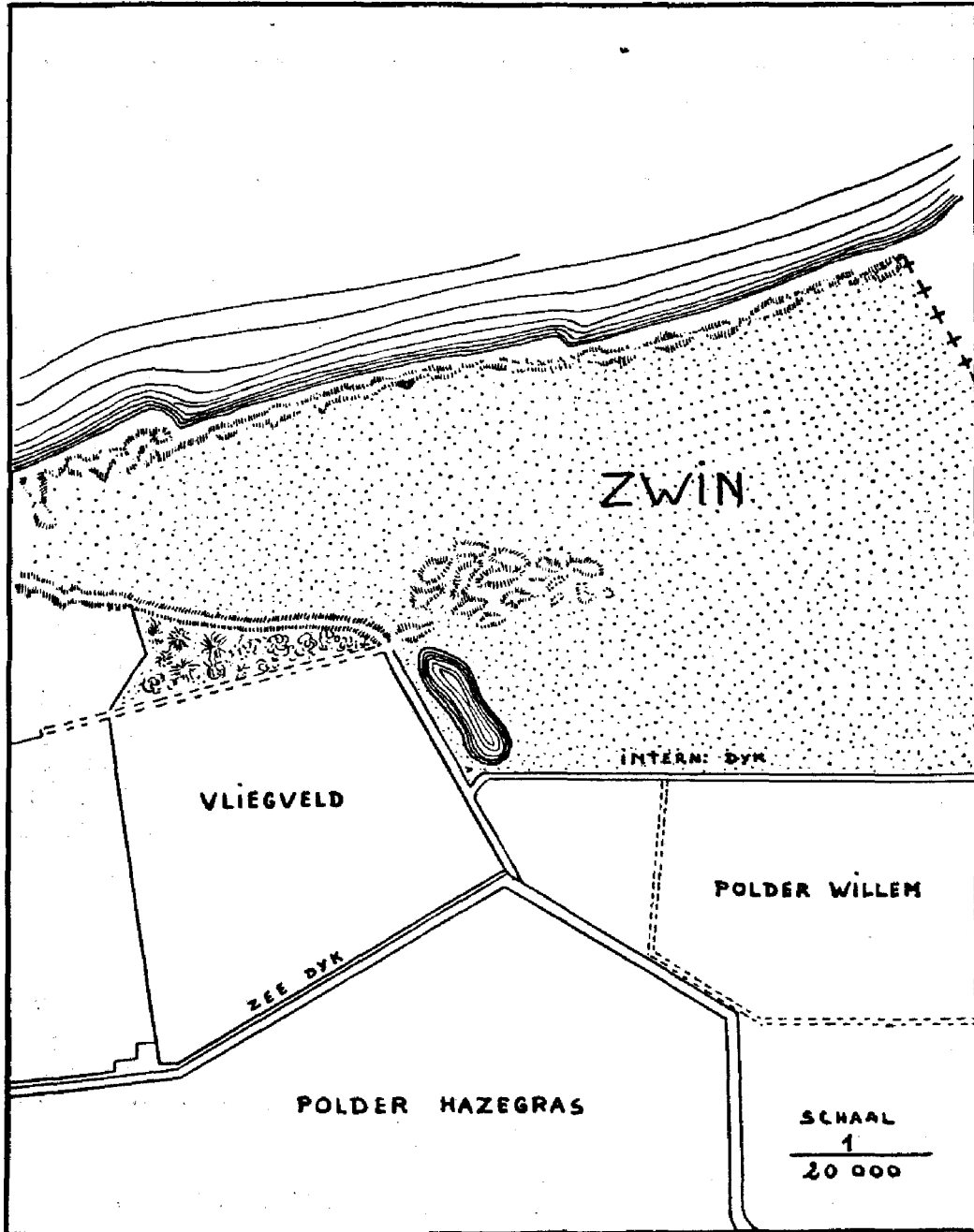


Fig. 3

mogelijk dezelfde tijdstippen, en na te gaan of eventuele verschillen in de samenstelling van het zooplankton kunnen verklaard worden in functie van de scheikundige samenstelling van het water.

Hiertoe werden gekozen :

a/ : de kreek « de Rode Geule » te Assenede.

b/ : de kreek « de Grote Geule » te Kieldrecht.

c/ : een kleine permanente plas in het Zwin te Knokke-Zoute.

De « Rode Geule » te Assenede (fig. 1) ligt op een 4-tal Km ten N. van de dorpskom in de Rode polder. Ten tijde van het onderzoek gebeurde de afwatering over de naburige St. Janspolder naar de Isabellawatering, die in verbinding staat met de — toen nog niet ingepolderde — Braakman. Een oriënterend onderzoek leerde ons, dat de « Rode Geule » deel uitmaakt van het oligohaliene gebied van België [DE RIDDER (1954)].

De « Grote Geule » te Kieldrecht (fig. 2) ligt juist buiten het dorp in zuidelijke richting. Zij vormt het meest westelijke punt van de mesohaliene zone aan de linkeroever van de beneden-Schelde (ibid.). Zij staat langs een brede watergang in verbinding met de oude Schelde-arm « de Melkader » te Kallo en dus ook met de beneden-Schelde. (fig. 2).

In het Zwin kozen wij voor ons onderzoek een permanente plas van honderd bij twintig meter, juist vóór de internationale dijk, even voorbij het dennebos behorend tot de vroegere Koninklijke Villa (fig. 3). Het water van deze plas was sterk polyhalien (ibid.).

Om de chemische eigenschappen van het water zo getrouw mogelijk te volgen, werd besloten om de veertien dagen een analyse te doen van het water der « Rode Geule » en « Grote Geule », en ter vergelijking om de drie maanden een monster te nemen van de plas in het Zwin. Daar de analyses echter steeds onmiddellijk na monstername moeten worden uitgevoerd, willen de bekomen cijfers enige waarde hebben, bleek het weldra onmogelijk de volledige wateranalyse zo dikwijls te doen en werd vanaf het tweede halfjaar van het onderzoek om de maand een watermonster ontleed. Het onderzoek strekt zich uit van juni 1949 tot mei 1951 voor de « Rode Geule », van augustus 1949 tot juli 1951 voor Kieldrecht en voor het Zwin. Door omstandigheden buiten onze wil hebben wij, zeer tot onze spijt, geen onderzoek kunnen doen in februari 1950 en in april 1951. Onze dubbele jaarcyclus vertoont dus twee lacunes.

II. De chemische eigenschappen van het water.

Teneinde een zo volledig overzicht te hebben in het bestudeerde midden, werden volgende chemische eigenschappen nagegaan :

1/ *pH.*

2/ *de oxydeerbaarheid (het $KMnO_4$ -getal);*

3/ *de opgeloste zuurstof;*

4/ *de concentratie van een paar voorname zuurresten;*

5/ *de concentratie van een paar voorname metaalionen.*

1/ *De pH.*

De pH werd steeds ter plaatse gemeten; het water werd genomen precies op dezelfde plaats waar de planktonmonsters werden verzameld. Wij hebben gebruik gemaakt van de Comparator van HELLIGE en zijn universeel-indicator. Hiermede kan de zuurgraad tot op 0,2 eenheden gemeten worden. Met enige oefening nochtans kan men de waarde gemakkelijk tot op 0,1 eenheid schatten.

De pH-waarden, die wij in de loop van ons onderzoek verkregen, zijn verenigd in tabel 1 en grafisch voorgesteld in fig. 4.

TABEL 1.

Assenede		Kieldrecht		Zwin	
23/ 6/1949	8,2	10/ 8/1949	9,3	5/ 8/1949	9,3
8/ 7/1949	8,1	31/ 8/1949	8,9		
22/ 8/1949	8,1	25/ 9/1949	9		
24/ 8/1949	8,3	10/10/1949	9,3		
8/ 9/1949	8,0	28/10/1949	8,6		
30/ 9/1949	8,1	8/11/1949	8,6	4/11/1949	8,6
13/10/1949	8,1	6/12/1949	8,3		
27/10/1949	8,2	10/ 1/1950	8,1		
10/11/1949	8,2	8/ 3/1950	8	28/ 3/1950	8,4
8/12/1949	8,1	11/ 4/1950	8,3		
12/ 1/1950	8,3	8/ 5/1950	8,4		
10/ 3/1950	8,0	13/ 6/1950	8,2		
12/ 4/1950	8,2	16/ 7/1950	8,9	4/ 7/1950	8,5
11/ 5/1950	8,3	8/ 8/1950	8,8		
15/ 6/1950	7,5	13/ 9/1950	9,1		
13/ 7/1950	8,0	24/10/1950	8,2	18/10/1950	8,7
10/ 8/1950	7,7	22/11/1950	7,8		
8/ 9/1950	8,0	14/12/1950	7,2		
13/10/1950	8,1	16/ 1/1951	7,5		
24/11/1950	7,8	13/ 2/1951	7,5	6/ 2/1951	8,3
22/12/1950	7,1	20/ 3/1951	8		
18/ 1/1951	7,5	10/ 5/1951	7,9		
22/ 2/1951	8	19/ 6/1951	8	21/ 6/1951	8,1
27/ 3/1951	8	20/ 7/1951	8,2		
18/ 5/1951	7,8				

Zoals bekend, hangt de pH van een natuurlijk water in de eerste plaats af van de natuur, d.w.z. de geologie van de ondergrond. Chemisch zuiver water komt in de natuur niet voor, daar de verschillende bestanddelen van de bodem steeds min of meer worden uitgeleegd. De kalkrijke klei van de flandrische streek (sensu van OYE) geeft altijd pH-waarden, gelegen in het alkalisch gebied (van OYE 1939). Het vergelijken van onze cijfers met de gemiddelden, door van OYE aangegeven, leert ons zelfs dat de kreek van Assenede en Kieldrecht neigen naar de pH-waarden van de kuststreek. Dit moet ons niet verwonderen, daar wij ons bevinden in een oligo- resp. mesohalien

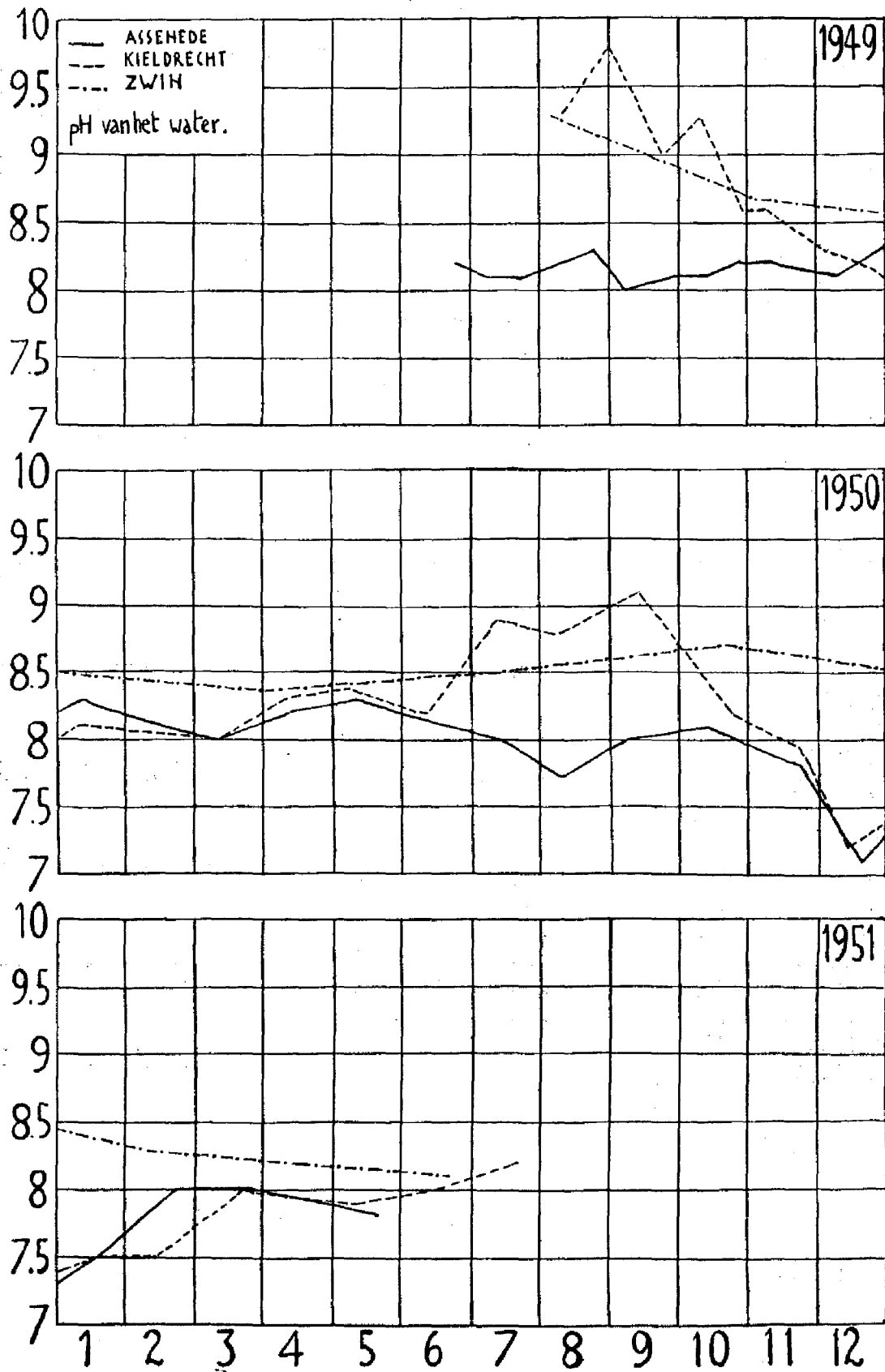


Fig. 4

gebied, dat een paar eeuwen geleden nog tot de kuststreek behoorde, doch dat door het inpolderen steeds verder verwijderd geraakte van de invloedssfeer der zee.

In tweede instantie is de pH sterk afhankelijk van twee tegengestelde biologische processen: de fotosynthese en de ademhaling. In de literatuur zijn verschillende voorbeelden gekend [KUHL en MANN (1951), (1953), PHILIP (1932), VAAS en SACHLAN (1955)] van aanzienlijke pH-veranderingen tengevolge van ademhalingsprocessen (twee eenheden en meer). GESSNER (1932) vermeldt uitdrukkelijk, dat deze pH-sprongen des te groter zijn, naarmate de alkaliniteit van het water kleiner is, d.w.z. naarmate het water minder gebufferd is. De voornaamste buffers zijn in zoetwater mengsels $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3$, of $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2$, ook wel fosforzuur, humuszuur en hun zouten [WERESCAGIN (1934)]. Volgens KREPS (1925) mogen echter in zee- en brakwater de fosfaat-, boraat- en silicaatbuffers niet verwaarloosd worden. MACAN en WORTHINGTON (1951) vermelden, dat deze laatste zouten tot 5 % van de totale alkalireserve kunnen uitmaken. Dit alles brengt mede, dat de pH geen gemakkelijk te analyseren faktor is, maar de resultante van vele afzonderlijke factoren.

Tot dezelfde conclusies aangaande het verband tussen pH en ademhaling-fotosynthese komen ook KUHL en MANN (1951) en VAAS en SACHLAN (1955). Deze laatste auteurs leggen ook sterk de nadruk op de rol der buffermengsels in sterker zouthoudende wateren. De resultaten van van OYE en LUYTEN (1934) zijn hiermede in overeenstemming.

Bij het bekijken van de verkregen pH-waarden bemerken wij het volgende:

a/ « Rode Geule »:

Gedurende de eerste jaarcyclus (juni 1949-mei 1950) zijn er slechts uiterst geringe afwijkingen. In de tweede jaarcyclus zijn de afwijkingen groter en ligt bovendien de gemiddelde waarde iets lager.

De pH-waarde, gemeten op 22/XII/50, is uitzonderlijk laag. De monsternamen gebeurde echter op een ongewone plaats in de kreek, de enige plaats nl. waar bij strenge vorst een bijt was opengebleven. Op de keper beschouwd bevinden wij ons dus niet in hetzelfde biotoop. Bovendien is het een bekend feit, dat neerslagwater zuur reageert: EVENS (1954) heeft voor regenwater pH-waarden tussen 5 en 6 gemeten. Dezelfde waarden worden aangegeven door REDEKE (1948). WELCH (1935) vermeldt, dat grote regens aanzienlijke wijzigingen in de pH kunnen veroorzaken: in weinig gebufferd water noteerde hij verschillen van drie eenheden van de ene dag naar de andere. In gebufferd water zijn de afwijkingen geringer.

Omwille van deze beide argumenten menen wij, de pH-waarde 7,1 met het nodige voorbehoud te moeten bekijken.

Samenvattend kunnen wij zeggen, dat het water van de « Rode Geule » voor wat zijn zuurgraad betreft, de kenmerken vertoont van

een vijver in biologisch evenwicht [van OYE (1939)], met uitzondering van één tijdstip, nl. einde December 1950.

b/ « *Grote Geule* » te Kieldrecht :

Het valt onmiddellijk op, dat de pH-waarden gemeten in deze kreek, een veel grotere schommeling vertonen : de uiterste waarden liggen resp. bij 7,2 en 9,8. Het gemeten verschil is zeer groot : 2,6 eenheden. Bovendien zien wij, dat de hoge waarden in de zomer en nazomer vallen, terwijl in herfst en winter de pH dezelfde grootteorde heeft als die van de kreek te Assenede.

Deze twee feiten kunnen niet worden verklaard, zonder de schommelingen in het zoutgehalte van de « *Grote Geule* » te beschouwen. Wanneer wij even op de zaak vooruitlopen, kunnen wij zeggen dat in zomer en nazomer de kreek te Kieldrecht een mesohalien gebied is, terwijl in herfst, winter en lente het een oligohalien gebied uitmaakt. pH en zoutgehalte zijn hier intiem gekoppeld. Meer uitleg volgt in de rubriek zoutgehalte.

c/ *De plas in het Zwin.*

Ook hier bedragen de schommelingen tussen de uiterste waarden 1,2 eenheden (van 8,1 tot 9,2). Hier eveneens zal de verklaring volgen bij de bespreking van het zoutgehalte.

2/ *Het $KMnO_4$ -getal.*

Zeer lang zijn de limnologen de mening toegedaan geweest, dat water, zolang het niet door menselijke of dierlijke afvalstoffen, of door fabrieksafvalwater verontreinigd was, als een zuiver anorganische oplossing kon beschouwd worden; al het « organisch » materiaal zou bestaan uit

- 1/ de levende wezens zelf;
- 2/ het organisch detritus in suspensie.

Latere onderzoekingen, vooral van Amerikaanse zijde [BIRGE en JUDAY (1911)] brachten aan het licht, dat ook « zuiver » water aanzienlijke hoeveelheden organische stof in oplossing bevat, en rees de vraag naar de quantitative bepaling. De in zwang zijnde methodes — de voornaamste werken met $KMnO_4$ — werden dan ook oorspronkelijk « dosage der opgeloste organische stof » genoemd. UTERMOHL (1925) en WERESCAGIN (1932) wezen echter op hun begrensdheid : de verschillende organische bestanddelen worden op verschillende wijze door $KMnO_4$ aangegrepen, en bovendien nooit totaal weggeoxydeerd. Anderzijds bestaat er echter geen recept, om rechtstreeks het gehalte der gezamenlijke organische stof in water te meten. Men is er dus op aangewezen, het reducerend vermogen van het water te bepalen, ook genaamd het zuurstofverbruik of het $KMnO_4$ -getal.

Uit dit alles blijkt, dat het $KMnO$ -getal slechts een relatieve waarde heeft, en vooral dient ter vergelijking : een plotseling sterk verhogen wijst b.v. op een waarschijnlijke bezoedeling met afvalwater, of op een massaal afsterven van organismen na waterbloei.

Het bepalen van het KMnO_4 -getal ter plaatse is omslachtig; bij niet sterk verontreinigd oppervlaktewater kan het nadien op het laboratorium gebeuren: de gevonden verschillen zijn steeds zonder belang [KLUT-OLSZEWSKI (1943)]. Wel moet het water in zuivere, goed gesloten flessen vervoerd worden en koel bewaard worden onderweg. Ook moet de analyse zo vlug mogelijk na de monsternamen worden uitgevoerd, daar anders de resultaten door beginnende ontbindingsverschijnselen worden beïnvloed.

De gebruikte werkwijze is de klassieke methode van KUBEL, vermeld door BERL-LUNGE (1938), KLUT (1938), KLUT-OLSZEWSKI (1943), MEERBURG en MASSINK (1934). De uitslagen worden uitgedrukt in mg KMnO_4 per liter water. Zij zijn samengevat in tabel 2 en grafisch voorgesteld in fig. 5.

TABEL 2.

Assenede		Kieldrecht		Zwin	
23/ 6/1949	61 mg	10/ 8/1949	95 mg	5/ 8/1949	148 mg
8/ 7/1949	74 mg	31/ 8/1949	95 mg		
22/ 7/1949	74 mg	25/ 9/1949	127 mg		
24/ 8/1949	62 mg	10/10/1949	102 mg		
8/ 9/1949	63 mg	28/10/1949	111 mg		
30/ 9/1949	72 mg	8/11/1949	96 mg	4/11/1949	103 mg
13/10/1949	68 mg	6/12/1949	137 mg		
27/10/1949	65 mg	10/ 1/1950	44 mg		
10/11/1949	67 mg	8/ 3/1950	44 mg	28/ 3/1950	103 mg
8/12/1949	67 mg	11/ 4/1950	53 mg		
12/ 1/1950	52 mg	8/ 5/1950	53 mg		
10/ 3/1950	61 mg	13/ 6/1950	65 mg		
12/ 4/1950	58 mg	16/ 7/1950	69 mg	4/ 7/1950	118 mg
11/ 5/1950	64 mg	8/ 8/1950	85 mg		
15/ 6/1950	67 mg	13/ 9/1950	103 mg		
13/ 7/1950	58 mg	24/10/1950	56 mg	18/10/1950	70 mg
10/ 8/1950	55 mg	22/11/1950	49 mg		
8/ 9/1950	74 mg	14/12/1950	52 mg		
13/10/1950	55 mg	16/ 1/1951	65 mg		
24/11/1950	57 mg	13/ 2/1951	52 mg	6/ 2/1951	60 mg
22/12/1950	61 mg	20/ 3/1951	49 mg		
18/ 1/1951	55 mg	10/ 5/1951	48 mg		
20/ 2/1951	56 mg	19/ 6/1951	70 mg	21/ 6/1951	114 mg
27/ 3/1951	61 mg	20/ 7/1951	71 mg		
18/ 5/1951	58 mg				

Uit beide leiden wij af, dat voor de « Rode Geule » te Assenede het gehalte aan opgeloste organische stof niet sterk schommelt: dit komt overeen met het besluit getrokken uit de studie van de pH: wij hebben te maken met een kreek in biologisch evenwicht.

Voor de « Grote Geule » te Kieldrecht ligt het gemiddelde gehalte aan opgelost organisch materiaal hoger, terwijl bovendien de schom-

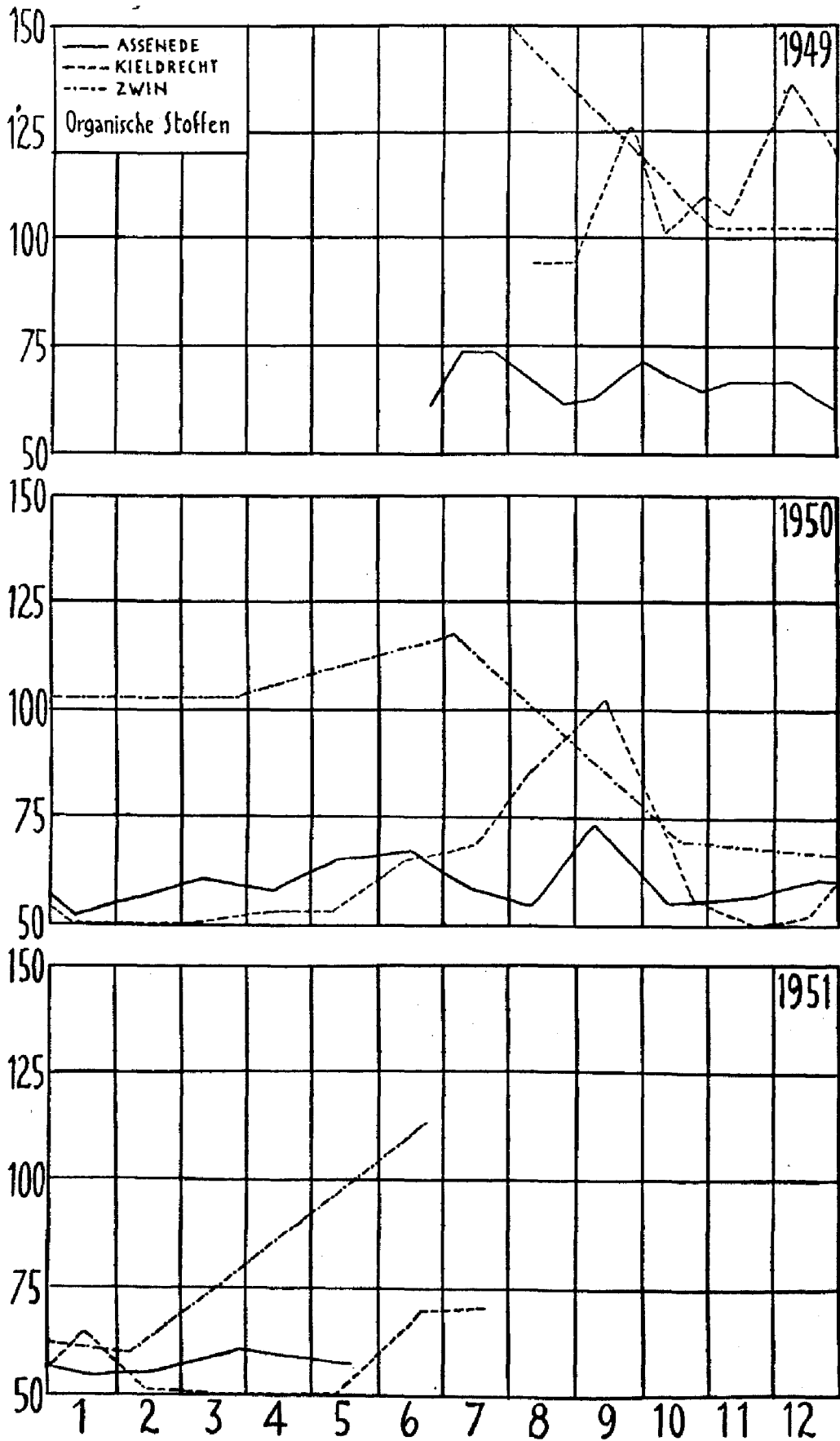


Fig. 5

melingen groter zijn. De maxima vallen, net als voor de pH, in de nazomer.

Voor de plas in het Zwin ligt het gemiddelde nog hoger, terwijl het maximum valt einde juni-begin juli.

In geen der drie gevallen kon enig verband worden gevonden tussen de hoeveelheid opgeloste organische stof en de hoeveelheid plankton in 100 l water op de overeenkomstige data.

3/ De opgeloste zuurstof.

Deze proeven werden steeds ter plaatse ingezet. De gevolgde methode is de gekende methode van WINKLER, voor het eerst gepubliceerd in 1888, en met lichte wijzigingen overgenomen door BERL-LUNGE (1934), KLUT (1934), KLUT-OLSZEWSKI (1943) en MAUCHA (1932). Wij hebben het recept van BERL-LUNGE gevolgd.

Deze methode staat bekend als een der meest nauwkeurige uit de analytische chemie. Zij geeft volkomen reproduceerbare resultaten, mits zij zorgvuldig wordt uitgevoerd.

De bekomen resultaten worden uitgedrukt in mg per liter, en afgerond op 0,1 mg [KLUT-OLSZEWSKI (1943)].

De ervaring heeft geleerd, dat het niet nodig is de bekomen resultaten te herleiden tot de normale barometerdruk. Voor het eerst werd hierop gewezen door SCHÄPERCLAUS (1926). Volgens THIENEMANN (1928) valt de gemaakte fout binnen de grenzen der nauwkeurigheid van de methode, terwijl het bovendien bewezen is, dat het zuurstofgehalte van een natuurlijk water noch kleine temperatuurverschillen, noch kleine drukverschillen volgt. Dezelfde feiten werden een paar jaar later [MAUCHA (1935)] ook theoretisch afgeleid.

MINDER (1945) op zijn beurt laat opmerken, dat omrekenen op 760 mm Hg slechts nodig is voor wateren, op een aanzienlijke hoogte boven de zeespiegel gelegen.

De absolute waarden van het zuurstofgehalte zeggen nu echter nog niets over de fysiologische voorwaarden van het betrokken water. Biologisch is het zeer belangrijk, te weten of men zich bevindt in de zone van zuurstofvorming of in die van zuurstofverbruik, d.w.z. of de gevonden waarden afwijken van de verzadigingswaarden bij de betrokken temperatuur. Het is daarom de gewoonte geworden, sinds het werk van BIRGE en JUDAY (1911), het zuurstofgehalte in procenten van de verzadiging aan te geven. Voor deze berekeningen gebruikt men de gekende tabellen van FOX. Wij hebben ons bediend van de verbeterde waarden der cijfers — waar rekening is gehouden met de spanning van de waterdamp — aangetroffen bij OHLE. (1953).

Zo kwamen wij tot de uitslagen, samengevat in tabel 3. De betrokken waarden zijn voorgesteld in fig. 6.

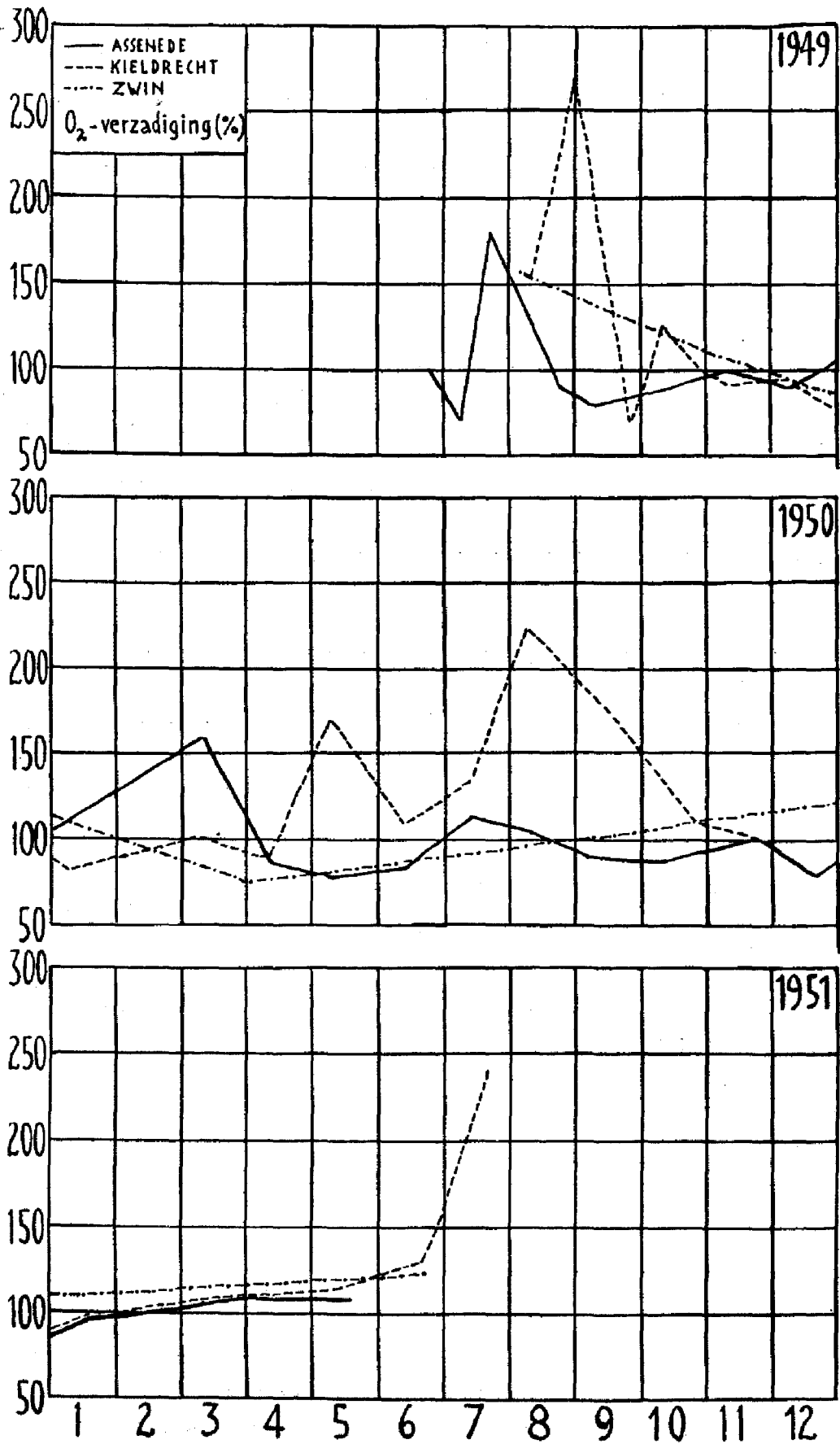


Fig. 6

TABEL 3.

Assenede		Kieldrecht		Zwin	
23/ 6/49	99 %	10/ 8/49	155 %		
8/ 7/49	71 %	31/ 8/49	270 %	5/ 8/49	155 %
22/ 7/49	181 %	25/ 9/49	70 %		
24/ 8/49	89 %	10/10/49	125 %		
8/ 9/49	79 %	28/10/49	100 %		
30/ 9/49	83 %	8/11/49	93 %	4/11/49	110 %
13/10/49	84 %	6/12/49	95 %		
27/10/49	89 %	10/ 1/50	80 %		
10/11/49	98 %	8/ 3/50	101 %	28/ 3/50	74 %
8/12/49	91 %	11/ 4/50	89 %		
12/ 1/50	—	8/ 5/50	170 %		
10/ 3/50	161 %	13/ 6/50	110 %		
22/ 4/50	85 %	16/ 7/50	134 %	4/ 7/50	—
11/ 5/50	80 %	8/ 8/50	225 %		
18/ 6/50	85 %	13/ 9/50	180 %		
13/ 7/50	113 %	24/10/50	110 %	18/10/50	109 %
10/ 8/50	105 %	22/11/50	103 %		
8/ 9/50	90 %	14/12/50	86 %		
13/10/50	89 %	16/ 1/51	97 %		
24/11/50	101 %	13/ 2/51	—	6/ 2/51	—
22/12/50	80 %	20/ 3/51	110 %		
18/ 1/51	98 %	10/ 5/51	116 %		
22/ 2/51	—	19/ 6/51	129 %	21/ 6/51	123 %
27/ 3/51	107 %	20/ 7/51	241 %		
18/ 5/50	107 %				

Uit beide is af te leiden, dat het zuurstofgehalte meestal aan de hoge kant ligt: op geen enkel ogenblik daalt het beneden 70 % van de verzadigingswaarde. Op bepaalde data stijgt het zelfs tot waarden groter dan 100 %. Daar het op deze dagen, ongeacht het tijdstip van het jaar, steeds helder, zonnig weder was, lijdt het geen twijfel of deze oververzadiging is te wijten aan de sterke koolzuurassimilatie van chlorofylhoudende organismen. Dit feit is trouwens gekend sinds geruime tijd: men vindt het vermeld bij BUTCHER, PENTELOW en WOODLEY (1930), DONASZY (1951), GESZNER (1932), GROTE (1927), HEM SINGH PRUTHI (1932), HOLL (1955), KUHL en MANN (1951), LEUTELT-KIPKE (1935), MINDER (1932), MOLLER (1935), NYGAARD (1938), OBERZILL (1940), SCHICKEN-DANTZ (1910/11), STEUER (1910), STUNDL (1937), THIENEMANN (1925), VAAS en SACHLAN (1955), WELCH (1935).

Wij hebben ons afgevraagd, of er enige verhouding zou bestaan tussen het zuurstofgehalte van het water en andere eigenschappen, b.v. de hoeveelheid organische stof in oplossing. Een rechtstreeks verband is er nochtans niet te bespeuren. Hierop werd ook door BIRGE en JUDAY (1911) de aandacht getrokken.

Ook tussen zuurstofgehalte en pH werd geen bepaald verband gevonden. Wij komen hierop verder nog terug.

4/ *Zuurresten.*

A/ *Chloriden.*

De chloriden werden bepaald volgens de methode van MOHR, met AgNO_3 . Naar de aanwijzingen van BERL-LUNGE (1934) hebben wij een oplossing gebruikt, die per liter 4,791 g AgNO_3 p.a. bevat: elke cm^3 komt dan overeen met 1 mg chloor. Als indicator dient 10% K_2CrO_4 .

Wij zijn steeds uitgegaan van dezelfde hoeveelheid water (100 cm^3), om mogelijke persoonlijke fouten tot een minimum te herleiden. De kleuromslag wordt best opgemerkt, als men de titratie uitvoert in een witte porceleinen schaal. Men moet dan omroeren met een glazen staaf.

De gevonden waarden zijn samengevat in tabel 4. Figuren 7 en 8 dienen ter illustratie.

TABEL 4.

Assenede		Kieldrecht		Zwin	
23/ 6/49	262 mg	10/ 8/49	3,040 g	5/ 8/49	21,120 g/l
8/ 7/49	272 mg	31/ 8/49	3,870 g		
22/ 7/49	275 mg	25/ 9/49	5,060 g		
24/ 8/49	290 mg	10/10/49	4,710 g		
8/ 9/49	280 mg	28/10/49	4,285 g		
30/ 9/49	300 mg	8/11/49	4,440 g	4/11/49	17,640 g/l
27/10/49	290 mg	6/12/49	2,550 g		
10/11/49	288 mg	10/ 1/50	0,320 g		
8/12/49	267 mg	8/ 3/50	0,360 g	28/ 3/50	15,965 g/l
12/ 1/50	271 mg	11/ 4/50	0,620 g		
10/ 3/50	382 mg	8/ 5/50	0,360 g		
12/ 4/50	257 mg	13/ 6/50	0,935 g		
11/ 5/50	281 mg	16/ 7/50	1,310 g	4/ 7/50	22,550 g/l
18/ 6/50	294 mg	8/ 8/50	1,470 g		
13/ 7/50	304 mg	13/ 9/50	1,860 g		
10/ 8/50	290 mg	24/10/50	1,100 g		
8/ 9/50	296 mg	22/11/50	0,175 g		
13/10/50	302 mg	14/12/50	0,100 g	18/10/50	8,630 g/l
24/11/50	280 mg	16/ 1/51	0,100 g		
22/12/50	235 mg	13/ 2/51	0,290 g	6/ 2/51	4,820 g/l
18/ 1/51	206 mg	20/ 3/51	0,490 g		
20/ 2/51	221 mg	10/ 5/51	0,530 g		
27/ 3/51	244 mg	19/ 6/51	1,190 g	21/ 6/51	19,770 g/l
18/ 5/51	241 mg	20/ 7/51	1,170 g		

Wij zien, dat voor de « Rode Geule » te Assenede, al de verkregen waarden liggen in het oligohaliene gebied [(REDEKE (1923), DE RIDDER (1954)]. De gemeten schommelingen zijn klein: ook voor wat het chloorgehalte betreft, is deze kreek merkwaardig constant in samenstelling. Slechts één waarde is merkkelijk hoger dan de gemiddel-

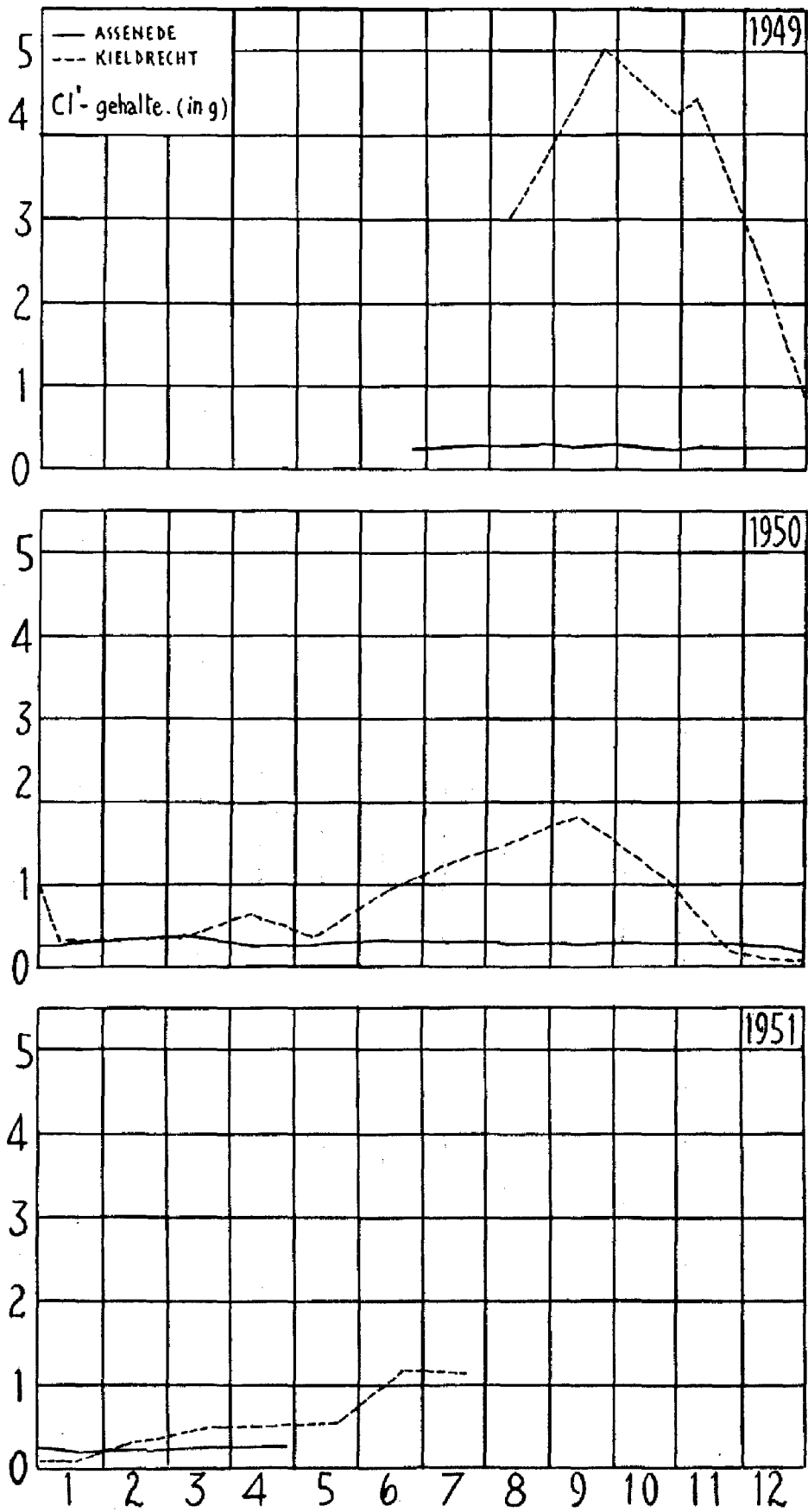


Fig. 7

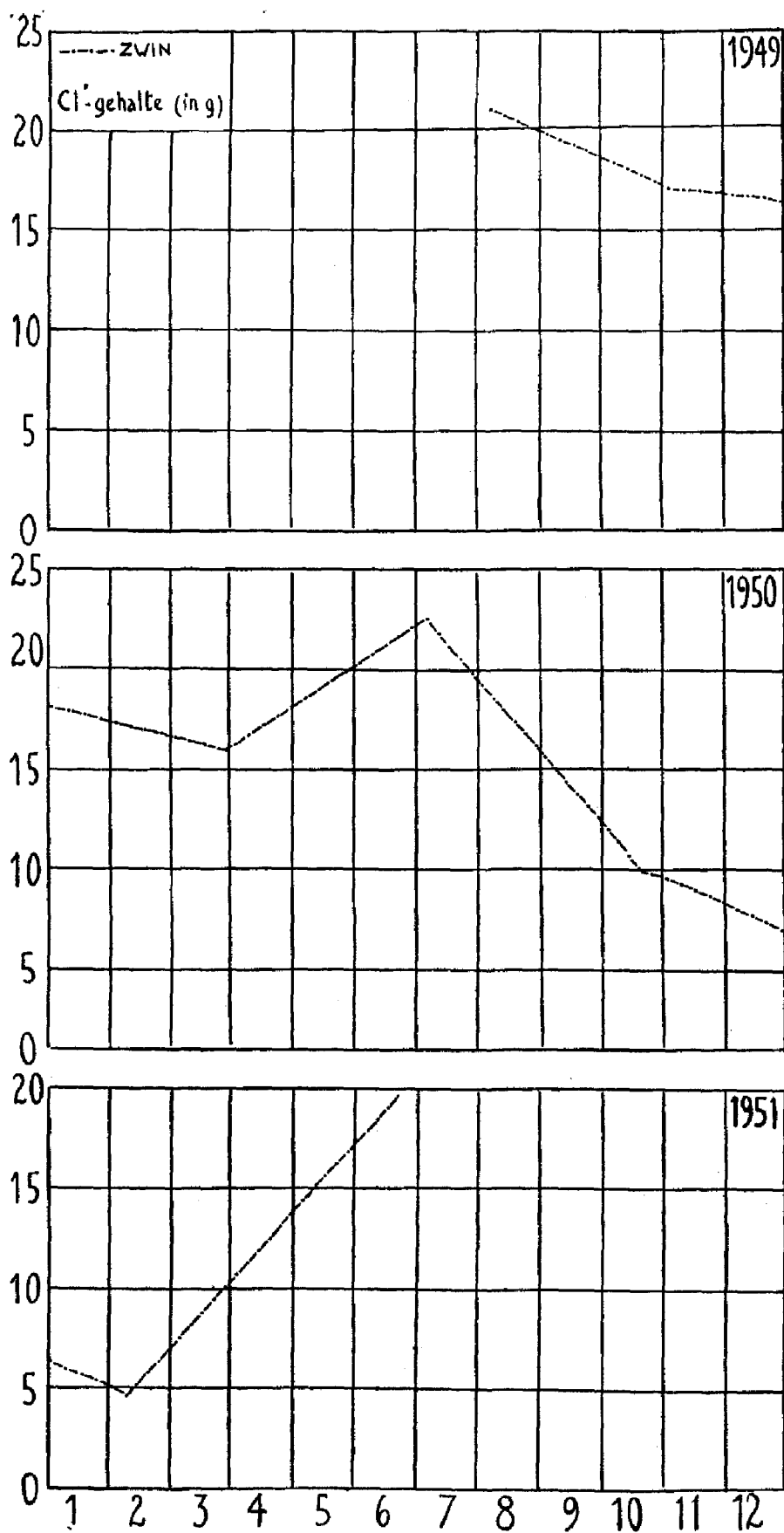


Fig. 8

de : 382 mg, op 10 maart 1950. Misschien ligt hiervoor de oplossing in het bemesten van de Rode Polder met chemische produkten, en zouden we hier staan voor een klein geval van « eutrofiëren van natuurlijke wateren » zoals dit de laatste jaren herhaaldelijk werd vastgesteld in dichtbevolkte landbouwstreken [OHLE (1933), REDEKE (1948)].

Voor de « Grote Geule » te Kieldrecht ligt de zaak helemaal anders. Zoals hoger vermeld, werd deze kreek voor het onderzoek uitgekozen omdat zij het mesohaliene type vertegenwoordigde. Tijdens het eerste halfjaar van 1950 echter, was het zoutgehalte voortdurend kleiner dan 1 g per liter, d.w.z. was het water oligohalien. Van juli tot en met oktober 1950 bevonden wij ons opnieuw in het mesohaliene, van november 1950 tot en met mei 1951 opnieuw in het oligohaliene, om in juni en juli 1951 in het mesohaliene gebied te eindigen.

De waargenomen feiten leken ons totaal onverklaarbaar : wel merkten wij op, dat hoge zoutgehalten overeenstemden met hoge pH-waarden. Vooral was ons niet duidelijk, waarom natuurlijk invloeden, zoals uitlogen van de bodem en regenneerslag, zich te Kieldrecht zoveel sterker zouden doen gevoelen dan te Assenede.

In dit verband zijn wij op zoek gegaan naar invloeden van buitenaf. Hierin bleek dan de oplossing van het probleem te liggen. In de zomer van 1949 waren verschillende polderbesturen zich nl. gaan afvragen, of de overvloedige plantengroei in de wateringen niet zou te vernietigen zijn met zoutwater, en van juni tot november 1949 werd regelmatig bij vloed scheldewater langs de sluis van de Melkader te Kallo binnengelaten. Zoals hoger is uitgelegd, kwam dit zeer brakke water langs de wateringen tot in de « Grote Geule ». In het eerste halfjaar van 1950 bleef echter de sluis gesloten : het zoutgehalte van het water daalde tot de normale waarde van de omringende krekken. Het experiment werd herhaald, doch op kleinere schaal, in de zomer van 1950 en 1951.

Er is dus voor de « Grote Geule » geen sprake meer van een water in biologisch evenwicht. Daar het bekend is, dat zeewater sterk alkalisch reageert moet hier verder de reden worden gezocht van de grote pH-schommelingen. Wij wezen er reeds hoger op, dat pH en zoutgehalte parallel evolueren.

Ook de plas in het Zwin behoort tot twee verschillende gebieden : afwisselend is het water poly- en mesohalien. Het zoutgehalte is de resultante van verschillende werkingen : springvloeden die periodisch (meestal rond lente- en herfstnachtevening) het Zwin overstroomden brengen rechtstreeks zeewater mede. Verder speelt in de zomer de grote verdamping dank zij wind en zon een aanzienlijke rol. Wij vinden dan ook de hoogste waarden voor het zoutgehalte van einde juni tot begin augustus. Anderzijds is de sterke daling van het chloorgehalte in de wintermaanden ongetwijfeld te danken aan neerslagwater : door CONRAD (1941) werd immers herhaaldelijk nagegaan hoe snel de ontzilting van water kan geschieden op een kleiachtige, d.w.z. ondoordringbare ondergrond.

Wij kunnen dus voor de onderzochte plas ook het besluit formuleren, dat het water in kwestie zich niet in biologisch evenwicht bevindt. De pH-waarden wezen trouwens in dezelfde richting.

B/ Nitraten.

Nitraten stellen het eindpunt voor der mineralizatie van alle N-houdende organische stoffen, dus o.m. van alle eiwitten. In een natuurlijk water blijft hun gehalte tamelijk constant en is het doorgaans laag, daar zij door de planten opnieuw als mineraal voedsel worden opgenomen. Volgens RUTTNER (1952) bedraagt hun gehalte normaal een paar tienden mg tot een paar mg per liter, terwijl zij bovendien vaak volledig afwezig zijn door onmiddellijk verbruik. Reeds vroeger hadden ook MAUCHA (1942), OBERZILL (1941) en STUNDL (1937) op een tweede mogelijke oorzaak gewezen van de afwezigheid van nitraten, nl. de denitrificatie door bacterien. Deze werden zelfs door STUNDL (1937) gekweekt.

Wij hebben de nitraten colorimetrisch bepaald met de Comparator van HELLIGE. Men werkt met een 2 % brucine-oplossing in sterk zwavelzuur. De verkregen gele kleur wordt vergeleken met die van een standaardschijf. De resultaten worden uitgedrukt als mg N_2O_5 per liter, terwijl hoeveelheden kleiner dan 3 mg/l als « sporen » worden aangegeven [KLUT-OLSZEWSKI (1943)].

In de loop van ons onderzoek hebben wij te Assenede en in het Zwin nooit meer dan sporen nitraten gevonden. Hetzelfde geldt doorgaans voor Kieldrecht. Aantoonbare hoeveelheden kregen wij echter daar nu en dan, zonder dat het ons is gelukt er een verklaring voor te vinden. Zo hadden wij op :

10/ 1'50 :	5 mg/l
8/ 3'50 :	12 mg/l
22/11'50 :	11 mg/l
14/12'50 :	20 mg/l.

Misschien kan er hier op gewezen worden, dat het voorste uiteinde van de « Grote Geule » af en toe dienst deed als stortplaats, zodat er helemaal geen controle was op de elementen, die in het water terechtkwamen.

C/ Nitrieten.

Nitrieten stellen het voorlaatste stadium voor in de oxydatie der N-houdende organische stoffen. In normale omstandigheden worden zij onmiddellijk verder geoxydeerd tot nitraten. Beide omzettingen komen voor rekening van mineralizerende bodembacteriën.

In water, dat niet als drinkwater dienstig is, vergenoegt men zich vaak met een kwalitatieve bepaling van nitrieten. De gebruikte methode berust op het vormen van een diazoverbinding van sulfanilzuur, die met naftylamine een rode kleurstof geeft. Het gebruikte reagens is dit van GRIES-ROMIJN [MEERBURG en MASSINK (1934)]. De intensiteit der roze kleur die optreedt is evenredig met het gehalte aan nitrieten.

In de onderzochte plas van het Zwin werden gedurende het onderzoek geen nitrieten aangetroffen.

In de « Rode Geule » te Assenede kwamen af en toe nitrieten voor, nl. op 27/10/'49, 8/12/'49, 12/1/'50 en 18/1/51.

In de « Grote Geule » te Kieldrecht werden vaker nitrieten aangetroffen, nl. op

28/10/'49, 8/11/'49, 6/12/'49, 10/1/'50, 8/3/'50,
22/11/'50, 14/12/'50, 16/1/'51.

Zoals men ziet, vallen al deze data in de winterperiode. Misschien is bij de overeenkomstige lage temperaturen de oxydatie wat vertraagd. Deze zienswijze wordt gestaafd door het feit, dat te Kieldrecht op verschillende der aangegeven data ook meetbare hoeveelheden nitraten werden gevonden (zie hoger).

D/ Sulfaten.

De sulfaten, die in oppervlaktewater voorkomen, zijn in het algemeen uitgeloozd uit de grond. Zeewater en brakwater zijn er doorgaans rijker aan dan zoetwater. Daar zwavel een bestanddeel is van talrijke eiwitten, is zijn aanwezigheid van groot belang voor het leven in het water.

Wij hebben de sulfaten met $BaCl_2$ als $BaSO_4$ neergeslagen. Na filtreren en gloeien wordt dit laatste afgewogen. De resultaten van deze analyses zijn samengevat in tabel 5.

TABEL 5.

Assenede		Kieldrecht		Zwin	
23/ 6/49	99 mg	10/ 8/49	427 mg	5/ 8/49	2,918 g
8/ 7/49	—	31/ 8/49	452 mg		
22/ 7/49	115 mg	25/ 9/49	633 mg		
24/ 8/49	99 mg	10/10/49	567 mg		
8/ 9/49	90 mg	28/10/49	538 mg		
30/ 9/49	90 mg	8/11/49	563 mg	4/11/49	2,464 g
13/10/49	95 mg	6/12/49	560 mg		
27/10/49	105 mg	10/ 1/50	560 mg		
10/11/49	103 mg	8/ 3/50	316 mg	28/ 3/50	2,374 g
8/12/49	260 mg	10/ 4/50	320 mg		
12/ 1/50	275 mg	8/ 5/50	190 mg		
10/ 3/50	115 mg	13/ 6/50	235 mg		
12/ 4/50	115 mg	16/ 7/50	202 mg	4/ 7/50	1,364 g
11/ 5/50	148 mg	8/ 8/50	208 mg		
15/ 6/50	148 mg	13/ 9/50	213 mg		
13/ 7/50	136 mg	24/10/50	173 mg	18/10/50	0,581 g
10/ 8/50	152 mg	22/11/50	202 mg		
8/ 9/50	157 mg	14/12/50	173 mg		
13/10/50	136 mg	16/ 1/51	119 mg		
24/11/50	124 mg	13/ 2/51	124 mg	6/ 2/51	0,581 g
22/12/50	93 mg	20/ 3/51	239 mg		
18/ 1/51	90 mg	10/ 5/51	181 mg		
20/ 2/51	87 mg	19/ 6/51	206 mg	21/ 6/51	2,870 g
27/ 3/51	99 mg	20/ 7/51	235 mg		
18/ 5/51	91 mg				

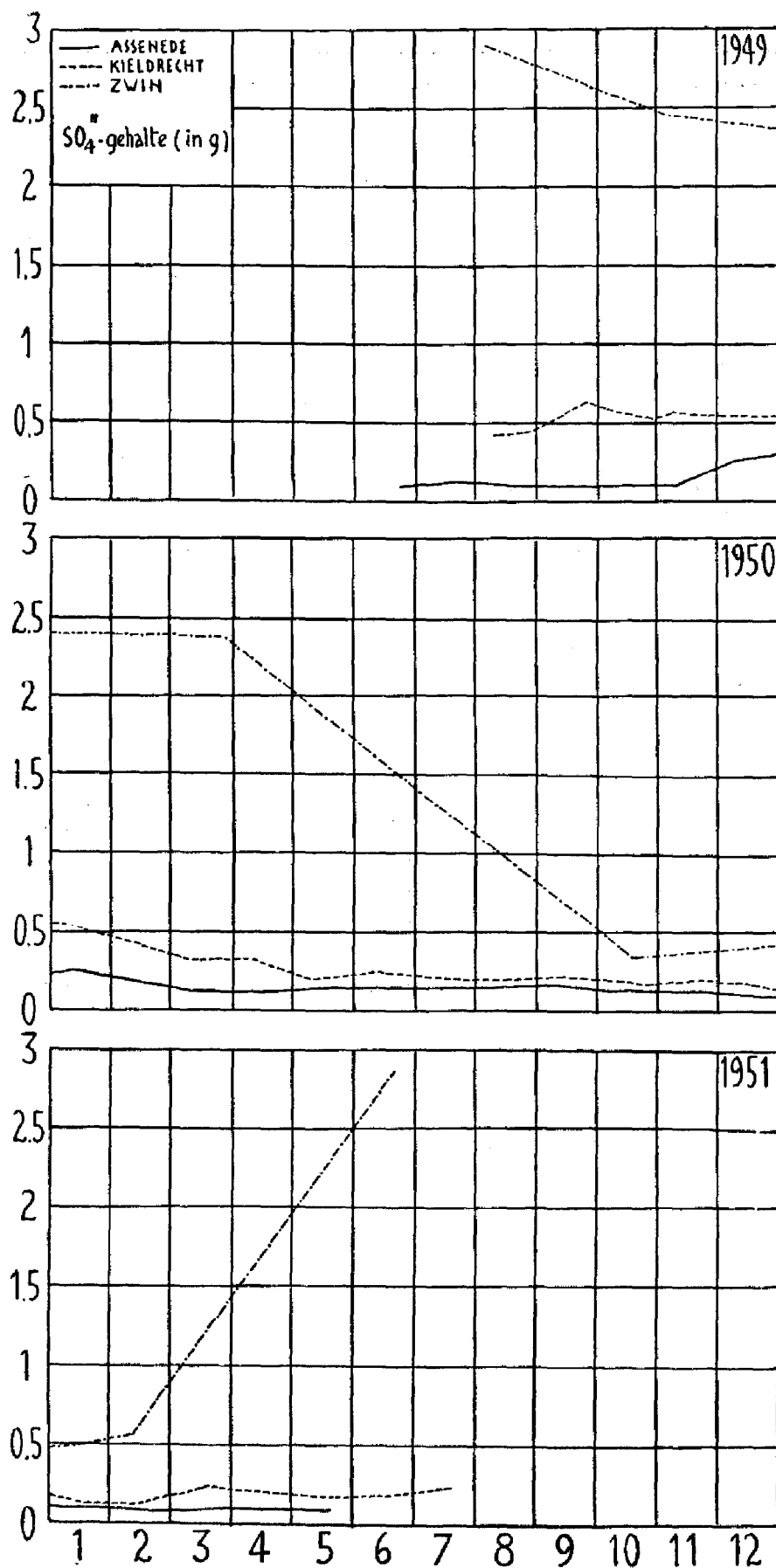


Fig. 9

Fig. 9 toont duidelijk wat hoger werd gezegd aangaande de respectievelijke gehalten aan SO_4'' van zoet en zout water.

E/ Fosfaten.

Zoals KLUT-OLSZEWSKI (1943) laat opmerken, kan men in water van een fosfaathuishouding spreken, zoals men kan gewagen van een zuurstof-, stikstof- of zwavelhuishouding. Fosfor is immers één der bestanddelen van de nucleoproteïden en komt dus vrij door rotting van dierlijke en plantaardige eiwitten. Anderzijds wordt het voor de vorming van nieuwe cellen voortdurend uit het water opgenomen. Het fosfaatgehalte blijkt dus hoe langer hoe meer een rol te spelen in de eutrofie van natuurlijke wateren [EINSELE (1941), RUTTNER (1952)]. Dit gehalte is gewoonlijk niet zeer hoog: volgens GESSNER (1932) is het nochtans hoger in kleine dan in grotere wateren. In het eerste geval ligt de grootteorde bij enkele tienden mg, in het tweede bij enkele honderdsten. Men is dus in ieder geval aangewezen op een gevoelige methode voor de quantitative bepaling.

Na kennismaking ter plaatse met de « Vereenvoudigde methode voor de colorimetrische fosfaatbepaling », in gebruik in het Centraal Laboratorium voor Wateronderzoek te Utrecht, hebben wij hieraan onze voorkeur gegeven. Deze methode werd door de chemici van bovenvermeld laboratorium aangepast en op punt gezet, naar het meer omslachtige recept van MEERBURG en MASSINK (1934).

Het monster wordt behandeld met broomwater om organische stoffen te vernietigen. Stijgende hoeveelheden water worden dan in colorimeterglazen gebracht. Men voegt 10 druppels 10 % wijnsteenzuur bij om de reactie met kolloidaal kiezelzuur uit te schakelen, en hierna 2 cm³ molybdeenreagens, gevolgd door 0,5 cm³ heldere SnCl₂-oplossing in 4n HCl. Een blauwe kleur wijst op fosfaten. Men vergelijkt na 5 minuten met een reeks colorimeterglazen, waarin gekende hoeveelheden fosfaationen parallel met dezelfde reagentia werden behandeld.

TABEL 6.

Assenede		Kieldrecht		Zwin	
23/ 6/49	0,30 mg	10/ 8/49	2 mg	5/ 8/49	1,14 mg
8/ 7/49	0,35 mg	31/ 8/49	2,65 mg	—	—
22/ 7/49	0,30 mg	25/ 9/49	4 mg	—	—
24/ 8/49	0,40 mg	10/10/49	1,80 mg	—	—
8/ 9/49	0,20 mg	28/10/49	0,7 mg	4/11/49	0,40 mg
30/ 9/49	0	8/11/49	1 mg		
13/10/49	0,13 mg	6/12/49	1 mg		
27/10/49	0	10/ 1/50	0,10 mg		
10/11/49	0	8/ 3/50	0,40 mg	28/ 3/50	0,30 mg
8/12/49	0,28 mg	11/ 4/50	0,45 mg		
12/ 1/50	0,20 mg	8/ 8/50	0		
10/ 3/50	0	13/ 6/50	0,15 mg		

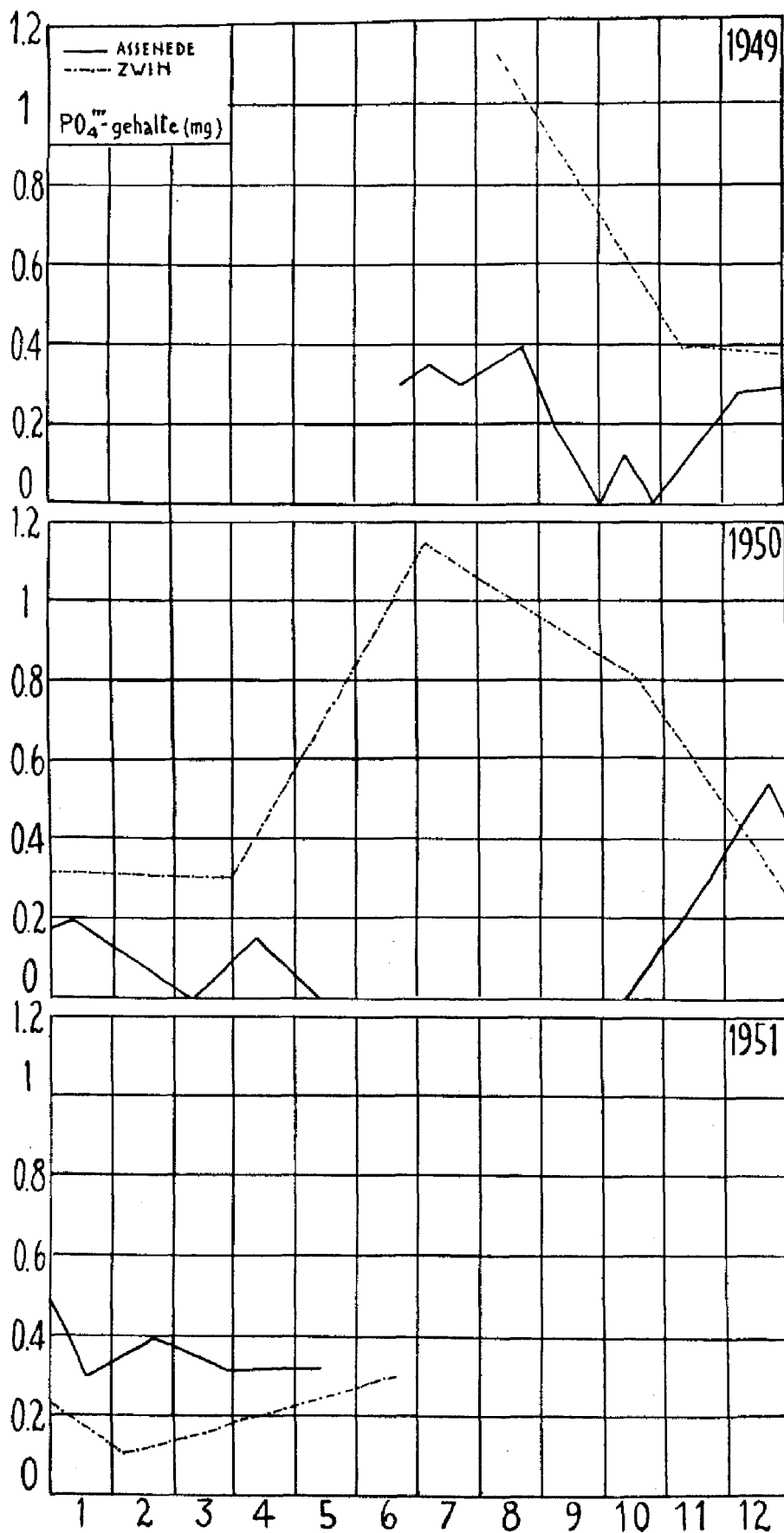


Fig. 10

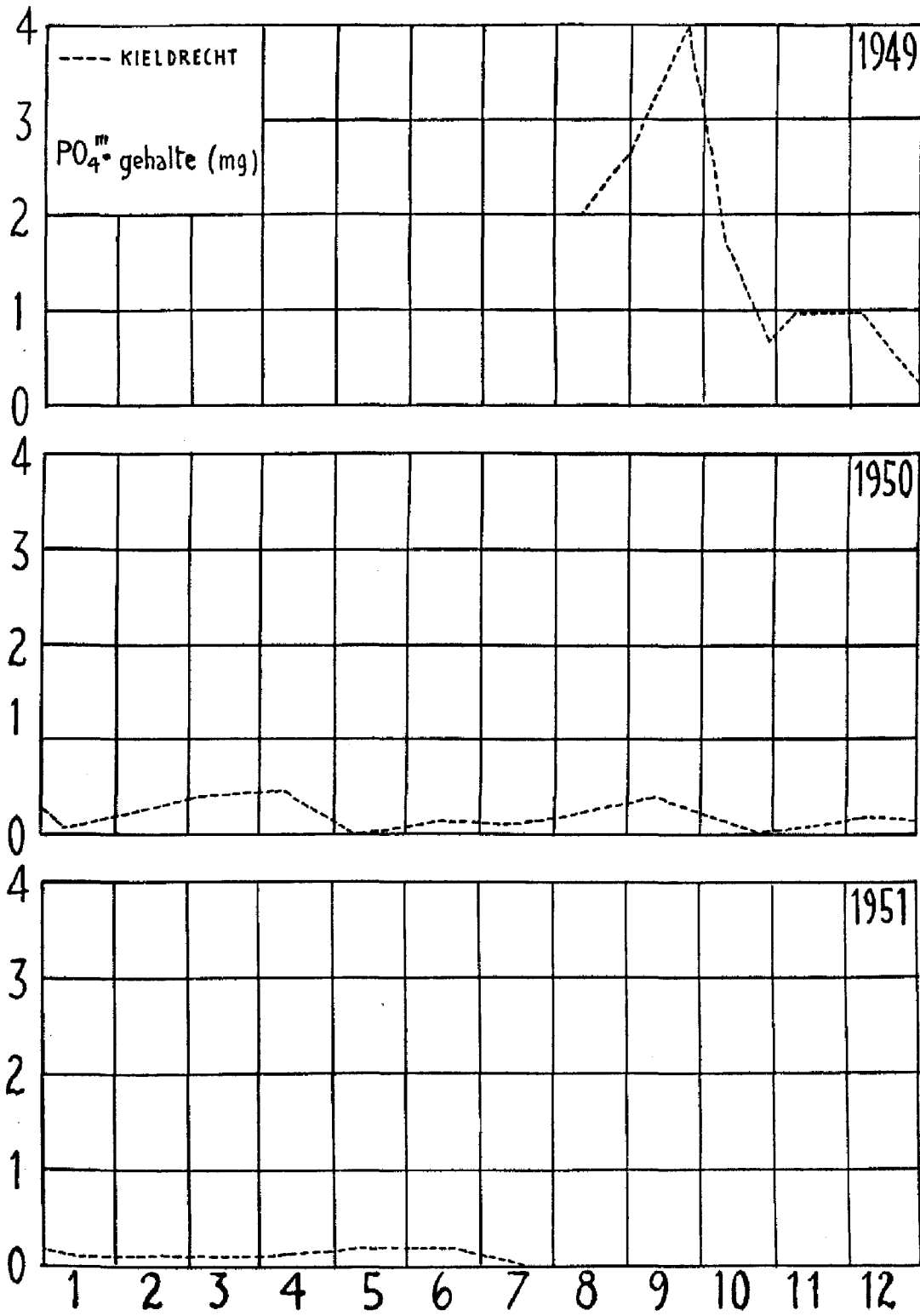


Fig. 11

12/ 4/50	0,16 mg	16/ 7/50	0,10 mg	4/ 7/50	1,15 mg
11/ 5/50	0	8/ 8/50	0,18 mg		
18/ 6/50	0	13/ 9/50	0,40 mg		
13/ 7/50	0	24/10/50	0	18/10/50	0,80 mg
10/ 8/50	0	22/11/50	0,08 mg		
8/ 9/50	0	14/12/50	0,15 mg		
13/10/50	0	16/ 1/51	0,08 mg		
24/11/50	0,30 mg	13/ 2/51	0,07 mg	6/ 2/51	0,11 mg
22/12/50	0,54 mg	20/ 3/51	0,11 mg		
18/ 1/51	0,30 mg	10/ 5/51	0,19 mg		
20/ 2/51	0,40 mg	19/ 6/51	0,18 mg	21/ 6/51	0,40 mg
27/ 3/51	0,32 mg	20/ 7/51	0		
18/ 5/51	0,32 mg				

Zoals uit onze cijfers is op te maken (zie tabel 6), werden meermalen geen fosfaten in de « Rode Geule » te Assenede aangetroffen. In de « Grote Geule » te Kieldrecht hadden wij er bijna altijd, al waren er grote schommelingen op te merken, terwijl bovendien het gehalte doorgaans hoger was dan de Assenede. Voor wat de plas in het Zwin betreft, daar blijkt het fosfaatgehalte eveneens sterk te schommelen, met maxima op de ogenblikken van hoge pH-waarden en hoge chloorgehalten. De invloed van het zeewater doet zich dus ook weer sterk gevoelen voor beide laatste plaatsen van onderzoek.

De resultaten van ons onderzoek zijn weergegeven in fig. 10 en 11.

Bij WELCH (1935) vonden wij een bespreking van fosfaatgehalten in natuurlijke wateren. Deze auteur stipt aan, dat de resultaten langs verschillende zijden bekomen zeer uiteenlopend en tegenstrijdig zijn. In ieder geval staat vast, dat er geen verband is tussen fosfaatgehalte en jaargetijde, en dat BIRGE en JUDAY (1911) in hun uitgebreid onderzoek over Amerikaanse meren geen correlatie vonden tussen het fosfaatgehalte en de hoeveelheid plankton.

F/ *Zure carbonaten en carbonaten. Alkaliniteit.*

Zure carbonaten en carbonaten worden gemakkelijk samen getitreerd: carbonaten reageren immers alkalisch tegenover fenolftaleïne; zure carbonaten echter reageren zuur tegenover deze indicator, doch alkalisch tegenover methyloranje. Men kan dus met HCl 0,1 n achtercenvolgens op beide indicatoren titreren in dezelfde oplossing. Uit de combinatie der gevonden cijfers leidt men dan de hoeveelheden carbonaten en zure carbonaten af. Anderzijds geeft het totale aantal verbruikte cm³ HCl de « alkaliniteit » aan, d.w.z. de mate, waarin sterke zuren kunnen worden gebonden (Säurebindungsvermögen — S.B.V. der duitse auteurs).

Aangezien wij in al onze monsters een pH groter dan 7 hebben gemeten, bevatten zij geen vrij koolzuur [MAUCHA (1932), MEERBURG en MASSINK (1934)]. Het mengsel zuur carbonaat-carbonaat vormt een buffer, die eventueel vrijkomende CO₂ (ademhaling van planten en dieren) opvangt en vastlegt. Zoals onder de betreffende hoofding werd aangeduid, spelen de carbonaatbuffers een grote rol in het constant houden van de pH. De verhouding is nochtans niet

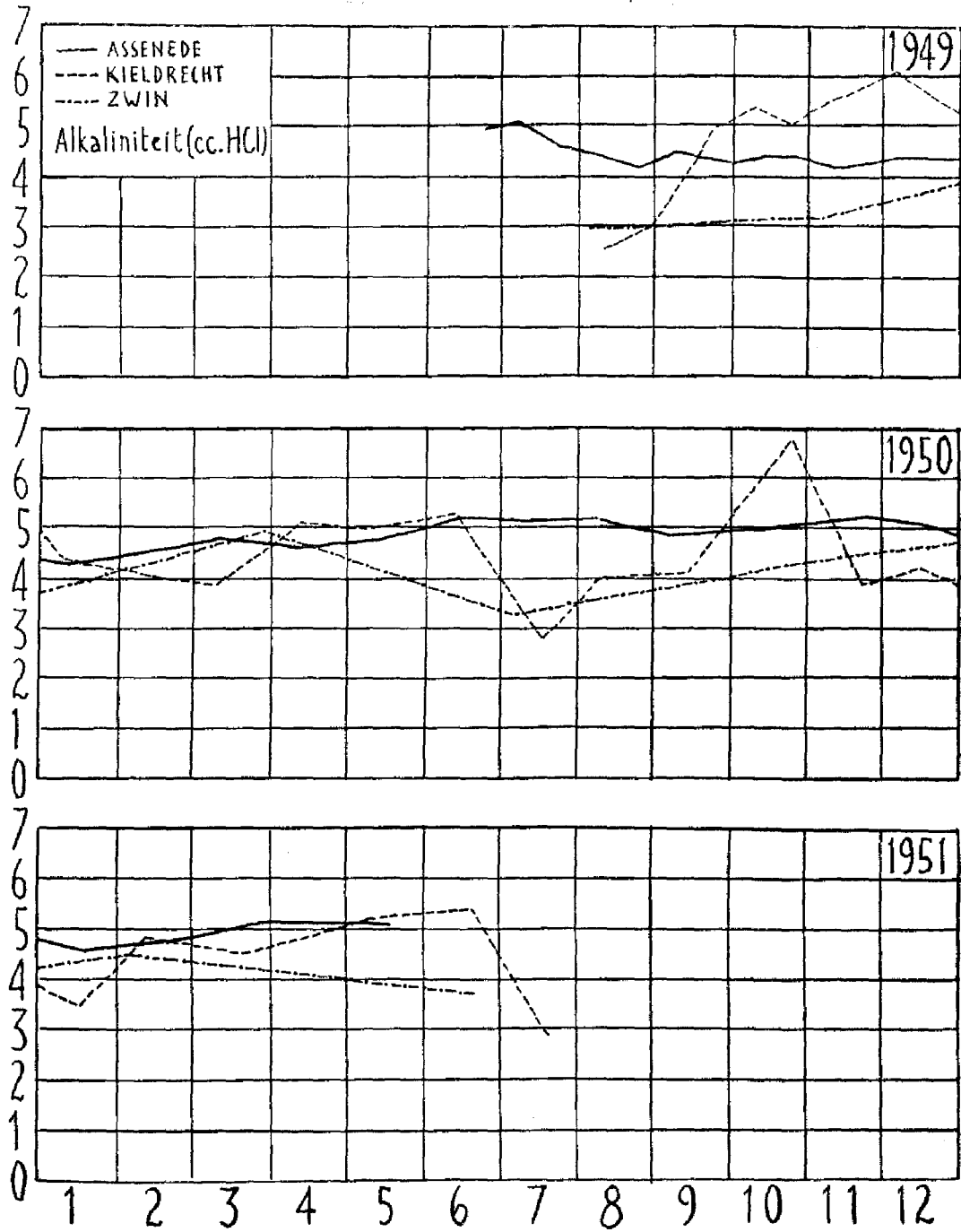


Fig. 10

mathematisch juist, aangezien andere componenten in het buffermengsel eveneens een rol spelen, o.a. fosfaten en silicaten. Wij drukken er hier nogmaals op, dat de pH een zeer complex gegeven is.

Tabel 7 vat de uitslagen van onze metingen der alkaliniteit van de onderzochte plaatsen samen.

TABEL 7.

Assenede		Kieldrecht		Zwin	
23/ 6/49	4,9 cc HCl	10/ 8/49	2,6 cc HCl		
8/ 7/49	5,1 cc	31/ 8/49	3,1 cc	5/ 8/49	3,0 cc HCl
22/ 7/49	4,6 cc	25/ 9/49	5,0 cc		
24/ 8/49	4,2 cc	10/10/49	5,4 cc		
8/ 9/49	4,5 cc	28/10/49	5,1 cc		
30/ 9/49	4,3 cc	8/11/49	5,5 cc	4/11/49	3,2 cc
13/10/49	4,4 cc	6/12/49	6,1 cc		
27/10/49	4,4 cc	10/ 1/50	4,4 cc		
10/11/49	4,2 cc	8/ 3/50	3,9 cc	28/ 3/50	4,9 cc
8/12/49	4,4 cc	11/ 4/50	5,1 cc		
12/ 1/50	4,3 cc	8/ 5/50	5,0 cc		
10/ 3/50	4,7 cc	13/ 6/50	5,3 cc		
12/ 4/50	4,6 cc	16/ 7/50	2,7 cc	4/ 7/50	3,3 cc
11/ 5/50	4,8 cc	8/ 8/50	4,0 cc		
15/ 6/50	5,2 cc	13/ 9/50	4,1 cc		
13/ 7/50	5,2 cc	24/10/50	6,8 cc	18/10/50	4,2 cc
10/ 8/50	5,2 cc	22/11/50	3,9 cc		
8/ 9/50	5,0 cc	14/12/50	4,2 cc		
13/10/50	5,0 cc	16/ 1/51	3,5 cc		
24/11/50	5,2 cc	13/ 2/51	4,8 cc	6/ 2/51	4,5 cc
22/12/50	5,0 cc	20/ 3/51	4,5 cc		
18/ 1/51	4,6 cc	10/ 5/51	5,2 cc		
20/ 2/51	4,8 cc	19/ 6/51	5,4 cc	21/ 6/51	3,7 cc
27/ 3/51	5,1 cc	20/ 7/51	2,9 cc		
18/ 5/51	5,1 cc				

Deze uitslagen werden grafisch voorgesteld in fig. 10. De geringe schommelingen voor de « Rode Geule » te Assenede komen overeen met de geringe verschillen in pH; de grotere schommelingen voor de « Grote Geule » te Kieldrecht en voor de plas in het Zwin beantwoorden aan de grotere verschillen in de zuurgraad. Beide factoren zijn dus wel nauw gekoppeld.

5/ Een paar voorname metalen.

A/ Calcium.

Ca⁺⁺ werd volumetrisch bepaald: het wordt neergeslagen met ammoniumoxalaat in alkalisch midden. Na verwarmen op het waterbad wordt het bekomen neerslag afgefiltreerd en opgelost in verdund zwavelzuur. Het vrijgekomen oxaalzuur wordt getitreerd met KMnO₄ 0,1 n.

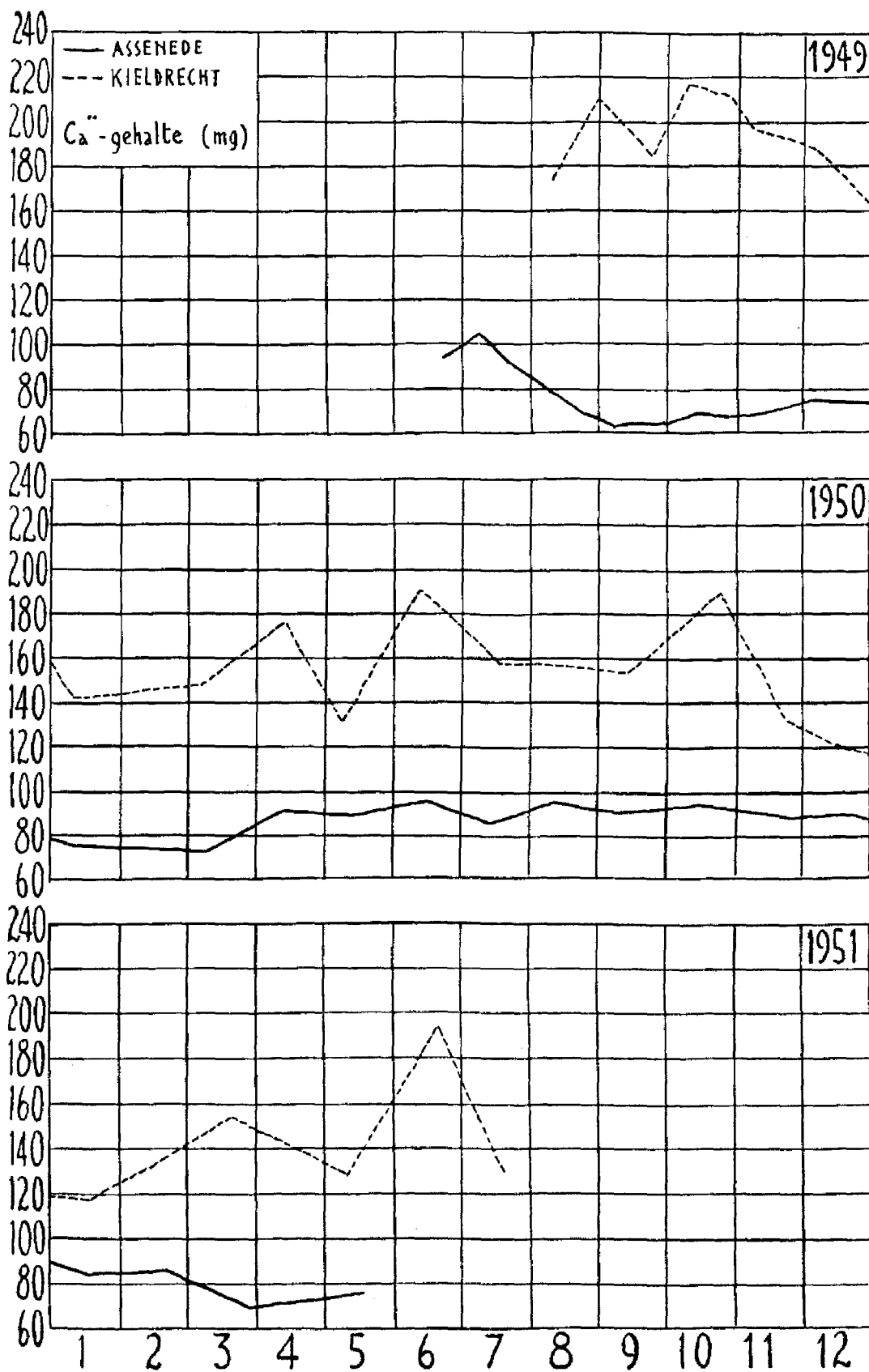


Fig. 11

TABEL 8.

Assenede		Kieldrecht		Zwin	
23/ 6/49	95,2 mg	10/ 8/49	174,8 mg		
8/ 7/49	105,0 mg	31/ 8/49	210,5 mg	5/ 8/49	2,2536 g
22/ 7/49	91,3 mg	25/ 9/49	185,0 mg		
24/ 8/49	69,5 mg	10/10/49	218,7 mg		
8/ 9/49	63,4 mg	28/10/49	212,1 mg		
30/ 9/49	66,4 mg	8/11/49	198,4 mg	4/11/49	1,0919 g
13/10/49	69,5 mg	6/12/49	188,5 mg		
27/10/49	67,8 mg	10/ 1/50	142,4 mg		
10/11/49	68,7 mg	8/ 3/50	149,3 mg	28/ 3/50	0,4647 g
8/12/49	74,6 mg	11/ 4/50	176,3 mg		
12/ 1/50	76,6 mg	8/ 5/50	131,8 mg		
10/ 3/50	72,9 mg	13/ 6/50	191,9 mg		
14/ 4/50	92,3 mg	16/ 7/50	157,0 mg	4/ 7/50	0,2749 g
11/ 5/50	90,3 mg	8/ 8/50	157,0 mg		
15/ 6/50	96,2 mg	13/ 9/50	153,6 mg		
13/ 7/50	86,6 mg	24/10/50	190,1 mg	18/10/50	—
10/ 8/50	96,2 mg	22/11/50	134,7 mg		
8/ 9/50	90,4 mg	14/12/50	122,2 mg		
13/10/50	94,3 mg	16/ 1/51	117,4 mg		
24/11/50	88,5 mg	13/ 2/51	132,7 mg	6/ 2/51	0,1480 g
22/12/50	90,6 mg	20/ 3/51	153,9 mg		
18/ 1/51	84,0 mg	10/ 5/51	128,6 mg		
20/ 2/51	86,0 mg	19/ 6/51	195,8 mg	21/ 6/51	—
27/ 3/51	71,2 mg	20/ 7/51	130,6 mg		
18/ 5/51	75,8 mg				

Tabel 8 geeft een overzicht van de bekomen resultaten. De grafische voorstelling voor de krekten van Assenede en Kieldrecht vinden wij in fig. 11. Voor het Zwin werd geen curve getrokken, daar er twee waarden ontbreken.

Voor de « Grote Geule » en de « Rode Geule » zien wij dat de algemene lijn van de Ca-kurven met die van de alkaliniteit overeenkomt. Het Ca-ion blijkt dus in hoofdzaak aan de negatieve ionen HCO_3' en CO_3'' gebonden te zijn.

B/ IJzer.

Wij hebben het ijzer colorimetrisch bepaald met de Comparator van HELLIGE. Hiervoor wordt al het aanwezige ijzer tot ferri-ionen geoxydeerd met waterstofperoxyde. Daarna wordt KSCN 2 % toegevoegd, en de optredende rode kleur vergeleken met die van een standaard-schijf.

In de loop van ons onderzoek vertoonden de drie betrokken milieu's slechts sporen ijzer.

III. Algemeen besluit.

Alhoewel het uiterst belangwekkend is, te weten welke de chemische eigenschappen zijn van het betrokken water, en hoe deze eigenschap-

pen in de loop van twee volledige jaarcyclussen evolueren, toch lijkt ons van biologisch standpunt uit, het antwoord op een andere vraag minstens even voornaam, nl.: « Met welk type water hebben wij in ieder der drie betrokken middens te maken? ».

Wanneer wij onze onderzoeken op chemisch gebied samenvatten, en er ook enkele gegevens van fysischen aard mee combineren, kunnen wij de volgende punten naar voren brengen:

- a) het water is steeds ondiep, er is dus een innig contact tussen de zone van fotosynthese en die van ontbinding;
- b) er zijn veel oeverplanten;
- c) het doorzicht is meestal gering;
- d) er is geen bruinkleuring door humuszuren;
- e) er is op bepaalde tijdstippen van het jaar een waterbloei van Myxophyceae te Assenede en te Kieldrecht (*Anabaena* spp. en *Aphanizomenon* spp.) en van Diatomeae in het Zwin (*Diatoma* spp. en *Navicula* spp.). Deze waterbloei houdt meerdere weken aan;
- f) het zuurstofgehalte is hoog, en bereikt op verschillende ogenblikken een toestand van oververzadiging;
- g) het gehalte aan CaO is steeds hoger dan 100 mg/l: toestand van « polytrofie ». [NAUMANN (1929, 1932)];
- h) het stikstofspectrum en het fosforspectrum zijn laag: « oligotype » [NAUMANN (1932)].

Deze kenmerken vormen het criterium van een eutroof water [NAUMANN (1932), REDEKE (1948)].

Men zou kunnen opwerpen, dat het gehalte aan N- en P-zouten ietwat te laag is om de naam « eutroof » te verrechtvaardigen. Volgens RUTTNER (1952) echter kunnen in eutrofe wateren de nitraten ontbreken wegens onmiddellijk verbruik door de planktonten. Volgens dezelfde auteur ligt het fosforgehalte in eutrofe wateren eveneens laag, d.w.z. wordt het in gamma uitgedrukt.

Ook regionaal bekeken, bevinden wij ons voor de drie betrokken wateren in een eutroof gebied, nl. in een vruchtbare, bebouwde laagvlakte [NAUMANN (1932)].

Het hoog gehalte aan opgeloste zuurstof alsmede de aanwezigheid van H₂S en NH₃, samen met het optreden van Cl' als primaire faktor, doen ons verder besluiten dat wij te maken hebben met weinig verontreinigde, d.w.z. oligosaprobe middens.

Naast deze gemeenschappelijke kenmerken vertonen de « Rode Geule », de « Grote Geule » en het Zwin verschillen, zoals uit de beschouwde chemische eigenschappen duidelijk blijkt. In hoeverre deze verschillen aan ieder milieu zijn eigen karakter geven en in hoeverre zij hun stempel drukken op de aanwezige planktonten, hopen wij in een volgende bijdrage naar voren te brengen.

Tot slot weze het ons vergund onze oprechte dank uit te spreken aan

— Dr. H. C. Louwe Kooijmans, in 1948 bestuurder van het Centraal Laboratorium voor Wateronderzoek te Utrecht, die ons toelating gaf

een maand op zijn laboratorium te werken om ons te bekwamen in de speciale techniek der wateranalyse;

— de Vlaamsche Wetenschappelijke Stichting, die het verblijf aldaar en de talrijke uitstappen naar de drie betrokken plaatsen mogelijk maakte;

— last not least aan Professor van Oye, die steeds met de meeste belangstelling dit werk heeft gevolgd en die de publicatie in het Biologisch Jaarboek mogelijk maakte.

Rijksuniversiteit te Gent.
Biogeografisch Instituut.
Best. : Prof. Dr. P. van Oye.

LITERATUUROPGAVEN.

- BERL-LUNGE : Chemisch-Technische Untersuchungsmethoden. Berlin, 1934.
- BUTCHER, R. W., PENTELOW, F. T. K. en WOODLEY, J. W. A. : Variations in Composition of River Water. Intern. Revue d. gesamt. Hydrobiol. u. Hydrogr. XXIV, 1930.
- BIRGE, E. & JUDAY, Ch. : The Inland Lakes of Wisconsin. The dissolved Gases of the Water and their biological Significance. Wisconsin Geol. and N. Hist. Survey. Bull. 22. Madison, 1911.
- CONRAD, W. : Recherches sur les eaux saumâtres des environs de Lilloo. 1. Le milieu. Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg. 95. 1941.
- DE RIDDER, M. : Het voorkomen van zoet- en brakwater in België. Biologisch Jaarboek Dodonaea. 1954.
- DONASZY, E. : Seasonal Changes in the dissolved Oxygen Concentration of the Szélid Lake, Hungary. Archiv für Hydrobiol. 45, 1951.
- GESZNER, F. Schwankungen im Chemismus kleiner Gewässer in ihrer Beziehung zur Pflanzenassimilation. Archiv f. Hydrobiol. 24, 1932.
- GROTE, A. : Der Sauerstoffhaushalt der Seen. Die Binnengewässer, Bd. XIV. Stuttgart, 1934.
- HAEMPEL, O. : Zur Kenntnis einiger Alpenseen. Intern. Revue d. gesamt. Hydrobiol. u. Hydrogr. XV, 1926.
- KLUT, H. : Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. Berlin, 1938.
- KLUT, H. & OLSZEWSKI, W. : Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. Berlin, 1943.
- KREPS, E. M. : Über das gegenseitige Verhältnis von CO₂ und pH im Meereswasser. Intern. Revue d. gesamt. Hydrobiol. u. Hydrogr. XV, 1925.
- KUHL, H. & MANN, H. : Über die periodischen Aenderungen im Chemismus von Seewasser-Aquariën. Verh. dtsh. zool. Ges. Wilhelmshafen. 1951.
- KUHL, H. & MANN, H. : Die rhythmischen Veränderungen im Chemismus von Aquarienwasser und ihre limnologische Bedeutung. Die Aquar. u. Terrar. Z. 6, 1953.
- LEUTELT-KIPKE, S. : Ergänzende Beobachtungen über die chemischen Verhältnisse am Gossenkühlsee (Tirol) und seine Vereisung. Archiv f. Hydrobiol. 29, 1935.
- MACAN, T. T. & WORTHINGTON, E. B. : Life in Lakes and Rivers. London 1951.
- MASSART, J. : Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique. Rec. Inst. bot. Errera. VII, 1908.
- MAUCHA, R. : Über die Sauerstoffsichtung der Seen. Archiv f. Hydrobiol. 29, 1935.
- MAUCHA, R. : Hydrochemische Methoden in der Limnologie. Die Binnengewässer, Bd. XII, Stuttgart, 1932.
- MAUCHA, R. : Einige neue Gesichtspunkte in der Hydrochemie. Archiv f. Hydrobiol. 40, 1942-45.

- MEERBURG, A. & MASSINK, T.: Methodiek voor chemisch en bacteriologisch drinkwateronderzoek. Groningen 1934.
- MINDER, L.: Studien über den Sauerstoffgehalt des Zürichsees. Archiv f. Hydrobiol. Suppl. Bd. III, 1923-24.
- MINDER, L.: Neuere Untersuchungen über den Sauerstoffgehalt und die Eutrophie des Zürichsees. Archiv f. Hydrobiol. 40, 1942-45.
- MULLER, L.: Stechlin-See und Sakrower-See (Ein Beitrag zur Charakteristik eutropher und oligotropher Seetypen). Archiv f. Hydrobiol. 29, 1935.
- NAUMANN, E.: The Scope and Chief Problems of Regional Limnology. Intern. Revue d. gesamt. Hydrobiol. u. Hydrogr. XXII, 1929.
- NAUMANN, E.: Grundzüge der regionalen Limnologie. Die Binnengewässer, Bd. XI, Stuttgart, 1932.
- NYGAARD, F.: Hydrobiologische Studien über dänische Teiche und Seen. Archiv f. Hydrobiol. 32, 1938.
- OBERZILL, W.: Biologisch-Chemische Untersuchung des Tritonwassers im Gebiete der alten Donau bei Wien. Archiv f. Hydrobiol. 37, 1940-41.
- OHLE, W.: Chemische und physikalische Untersuchungen norddeutscher Seen. Archiv f. Hydrobiol. 26, 1933.
- OHLE, W.: Die chemische und die elektrochemische Bestimmung des molekular gelösten Sauerstoffs der Binnengewässer. Intern. Ver. Limn. Stuttgart 1953.
- PHILIP, C. B.: Diurnal Fluctuations in the Hydrogen Ion Activity of a Minnesota Lake. Ecology, 8, 1927.
- REDEKE, H. C. Abrisz der regionalen Limnologie der Niederlande. Publ. Hydrob. Club Amsterdam, 1, 1933.
- REDEKE, H. C.: Hydrobiologie van Nederland. Amsterdam 1948.
- RUTTNER, F.: Grundrisz der Limnologie. Berlin 1952.
- SCHAPERCLAUS, W.: Neue Anschauungen über die Gasstoffwechsellanalyse natürlicher Gewässer und ihre fischereiliche Bedeutung. Archiv f. Hydrobiol. 17, 1927.
- SCHICKENDANTZ, A.: Temperaturen und Sauerstoff im Sakrower See bei Potsdam. Intern. Revue d. gesamt Hydrobiol. u. Hydrogr. III, 1910-11.
- SCHOUTEDEN-WERY, J.: Recherches sur les facteurs qui règlent la distribution géographique des algues dans le Veurne-Ambacht. Rec. Inst. Bot. Errera, VIII, 1910.
- STUNDL, K.: Chemisch-biologische Untersuchung des neuentstandenen Sees bei Neufeld a.d. Leitha, Burgenland. Intern. Revue gesamt. Hydrobiol. u. Hydrogr. 34, 1937.
- THIENEMANN, A.: Die Binnengewässer Mitteleuropas. Eine limnologische Einführung. Stuttgart, 1925.
- THIENEMANN, A.: Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See. Die Binnengewässer, Bd. IV. Stuttgart, 1928.
- UTERMOHL, H.: Limnologische Planktonstudien. Archiv f. Hydrobiol. Suppl. Bd. 5, 1925.
- VAAS, K. F. & SACHLAN, M.: Limnological Studies on diurnal Fluctuations in shallow Ponds in Indonesia. Intern. Ver. Limn. XII, 1955.
- VAN MEEL, L. I. J.: Aperçu sur la végétation algologique du district poldérien de la Vallée du Bas-Escaut belge. Mém. Acad. Roy. Belg. Class. Sci. XXIII, 9, 1949.
- van OYE, P.: Districts de la Belgique d'après le pH. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 71, 1939.
- van OYE P. & LUYTEN, M.: Tageswanderungen der Cladoceren in Teichen. Intern. Revue d. gesamt. Hydrobiol. u. Hydrogr. 31, 1934.
- WELCH, P. S.: Limnology. London, New York 1935.
- WERESCAGIN, G. J.: Methoden der hydrochemischen Analyse in der limnologischen Praxis. Archiv f. Hydrobiol. 23, 1932.
- WINKLER, L. W.: Über die Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffs. Z. anal. Chem., 53, 1914.
-