

BIJDRAGE

TOT DE

KENNIS OMTRENT DE VERVUILING VAN WATER
IN EN OM AMSTERDAM.

DOOR

Dr. N. L. WIBAUT—ISEBREE MOENS.

I.

INLEIDING.

De onmiddellijke aanleiding tot deze verhandeling was het vinden van hydroïdpolypen in de syphons van het Amsterdamsche ververschingskanaal bij Zeeburg.

In November 1912 werd mij een kistje met een donkerbruine, glibberige massa overhandigd, afkomstig uit een in het Merwedekanaal gelegen buis van het ververschingskanaal van Amsterdam bij Zeeburg, met het verzoek uit te willen maken, welke organismen deze massa vormden en wat er tegen te doen was.

Aanvankelijk leek het onmogelijk de halfrotte, modderige substantie te identificeeren. Doch mikroskopisch beschouwd bleek het geheel voor, namelijk te bestaan uit bruine, regelmatig vertakte stelen, zooals men die van hydroïdpolypen kent. Een onnoemlijk aantal koloniën van polypen vormde dan ook in hoofdzaak de aangroeiing in deze kokers, gedeeltelijk overgroeid met zeepokken (Balaniden), mosdiertjes (Bryozoën), en in den toestand, waarin ik de eerste bezending ontving, overdekt met een slijmerige en lichtgekleurde laag en beladen met modder. Onder deze bedekkende substantie kon men de lange dunne stelen of stolonen van de polypen duidelijk onderscheiden. De koloniën vertoonden nergens, aan geen enkel uiteinde, een hydranth of polype met tentakels, en het geheel maakte den indruk van volkomen dood en door de erop voorkomende organismen overgroeid te zijn. In het Merwedekanaal liggen 9 syphonkokers, waardoor de communicatie tusschen stads- en zeewater mogelijk is. De plaatijzeren vierkante kokers zijn ongeveer 1,5 M. breed en even zoo hoog. Zij hebben 22 jaar onafgebroken dienst gedaan zoowel voor den inlaat van Zuiderzeewater, dat als ververschingswater in de grachten wordt geleid, als voor den afvoer van overtollig gracht- en Amstelwater.

In het voorjaar van 1912 stonden de drie eerste kokers op den wal (fig. 1) om van binnen te worden schoongemaakt. Toen eerst bleek, dat de wanden der kokers over de geheele lengte en rondom begroeid waren.

In Januari 1913 had ik gelegenheid bij het lichten van de laatste 3 syphonkokers tegenwoordig te zijn.

Een photographie (fig. 2), bij kunstlicht van het middenstuk van den syphonkoker genomen, geeft den indruk van een gang, waarvan de wanden bekleed zijn met lange, afhangende, grijsgele lamfers. Op de foto ziet men op den achtergrond tegen een der schuin oplopende zijstukken aan. De plaatsen, waar de stukken plaatijzer met naar binnen gebogen rand

aan elkaar geklonken zijn, ziet men het duidelijkst aan de verticale wanden (fig. 2: 1, 2, 3). Ook de schuin oplopende zijstukken en korte horizontale gedeelten (fig. 1) zijn met eenzelfde dichte vegetatie bedekt. Hiervan werd nu een gedeelte afgestoken. Men kan de koloniën niet verwijderen, zonder tevens een stuk roestig plaatijzer mee af te steken, zóó vast zitten de rhizomen of wortels van de polypen in het aangetaste ijzer. Deze koloniën plaatste ik zoo spoedig mogelijk in een glazen bak met verdund zeewater in het aquariumgebouw van het Koninklijk Zoölogisch Genootschap „Natura Artis Magistra” te Amsterdam. De hieronder volgende biologische waarnemingen zijn verricht aan de kolonies, die in Januari 1913 uit den 9den, laatsten syphonkoker werden genomen. Zij gelden uitsluitend de hydroidpolypen. De bespreking van wat op en tusschen deze voorkwam moge later volgen.

Een biologisch merkwaardige hydroidpolyp. Een deel van de aangroeiingen in den syphon werd, daags nadat het ter plaatse uit den koker was genomen, direct gefixeerd in formaline 4 %. Een ander deel werd gelegd in het zeewater ¹⁾ in een der reservebakken op de dienstgang van het aquariumgebouw van N. A. M. Een derde deel werd geplaatst in zeewater uit het aquarium met Vechtwater tot op de helft verdund.

De stolonen maakten, zooals reeds gezegd, den indruk van volkomen afgestorven te zijn en het brengen in zeewater geschiedde dan ook in hoofdzaak met het doel na te gaan, welke organismen zich op de oude hydroidpolypen hadden vastgezet. De omstandigheden waren weliswaar op de dienstgang geheel andere dan in de syphonkokers. Oorspronkelijk groeide de geheele vegetatie in het *absolute donker*; bij in- en uitlaten van water streek een krachtige stroom water door de kokers; het water, waarmee de organismen in aanraking kwamen, was nu eens Zuiderzeewater van een niet al te hoog, maar zeer wisselend zoutgehalte, dan weer tijdens het uitlaten van gracht- of Amstelwater veel minder zout en veel sterker vervuild; zij groeiden in de kokers op een vrij groote diepte (18 M.).

Op de dienstgang was het licht; het water, dat de kolonies omgaf, had een constante samenstelling, zoowel wat saliniteit als wat zuiverheid betraf. De koloniën bevonden zich vlak aan de oppervlakte van het water. Van een werkelijk krachtigen voortgang in groei van de geheele vegetatie verwachtte ik dan ook zeer weinig. Tot mijn groote verrassing echter vertoonden in het verdunde zeewater op 18 Maart 1913 nagenoeg alle bruine stolon-uiteinden witte punten. Onder 't mikroskoop was zichtbaar, dat vele van deze bezig waren polypen te vormen. De stolons waren dus niet dood; integendeel, zij waren opnieuw uitgeloopen en vertoonden een krachtigen groei. De jonge uiteinden, die gevormd waren in 4 à 5 weken tijds, hadden lengten, die uiteenliepen van een halven tot vier centimeters (fig. 3).

¹⁾ Dit zeewater is afkomstig van de Noordzee en wordt jaarlijks daaruit aangevuld. Het heeft in het aquarium een soortelijk gewicht van 1.028. Bij normaal zeewater bestaat het volgende verband tusschen soort. gew., zoutgehalte (S.) en chloorgehalte (Cl): soort. gew. = $1 + (S. : 1000)$; S. = $0,30 + 1,803 \text{ Cl}$.

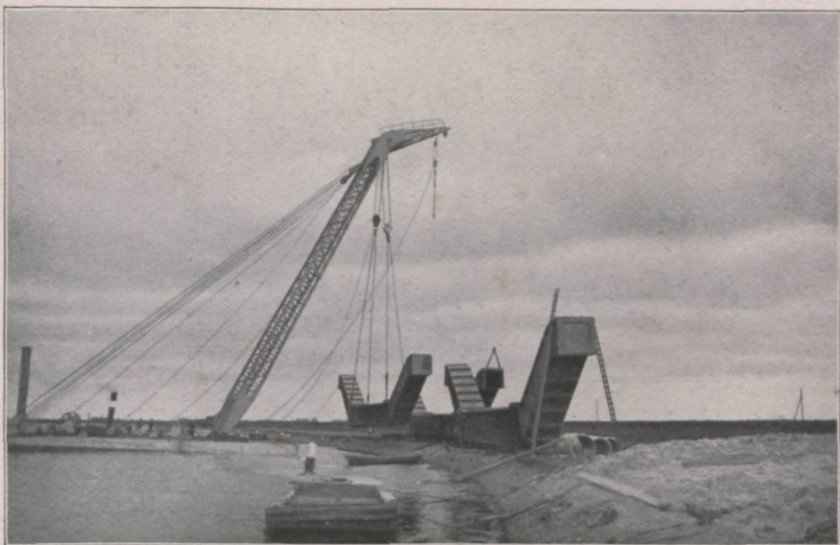


Fig. 1

Drie Syphonkokers, liggende op den wal
van het Merwedekanaal.

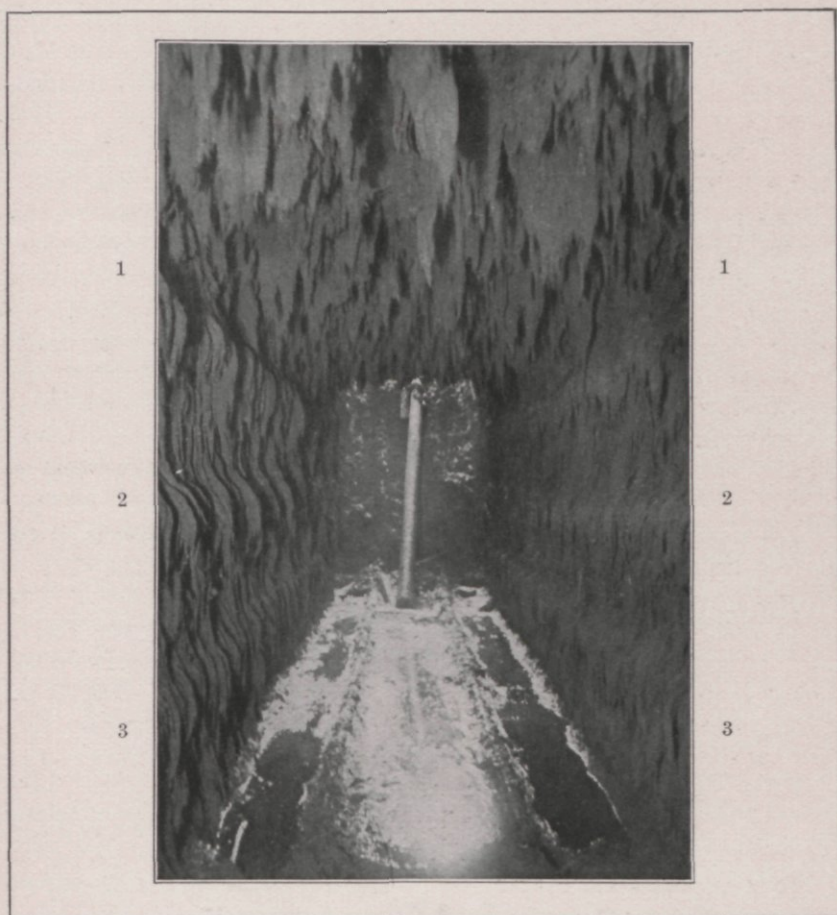


Fig. 2

Foto bij kunstlicht van het inwendige
van een Syphonkoker.

Het stuk, dat zich bevond in het onverdunde zeewater met een S.G. 1.028, vertoonde geen groei; meer nog, het bleek volkomen afgestorven, want het mocht niet gelukken om dit thans nog, in op dezelfde wijze verdund zeewater geplaatst, opnieuw tot uitloopen van het stolonweefsel te brengen.

Wel zeer groot moest het aanpassingsvermogen van de syphonvegetatie zijn! Op hun oorspronkelijke groeiplaats in het donker, in de in het Merwedekanaal gezonken plaatijzeren buizen verdroegen zij de sterke wisseling in zoutgehalte van het instroomende zeewater, waarvan, zooals op bladz. 22 is aangegeven, het Cl. in Gr. p. L. kan wisselen tusschen 1.68 en 6.12, met een gemiddelde van 3.85. Denzelfden dag (zie hydrographisch gedeelte, bladz. 12) kon langs denzelfden weg uitgelaten worden Amstelwater, min of meer vermengd met vervuild grachtwater, waarvan het zuurstofgehalte dikwijls zeer laag en de vervuiling zeer aanzienlijk moeten zijn geweest en waarvan het Cl. gehalte in Gr. per L. volgens enkele opgaven 0.528, 2.166, 2.183, 1.135 e. d., bedraagt. Zonder geleidelijke overgangen heeft de geheele aanwas en hebben dus ook de hydroïd-

polypen zich te regelen naar de verandering in osmotischen druk, hierdoor veroorzaakt. Zij verdroegen eveneens het overbrengen, na eenige uitdroging, in aquariumwater van een hooger S.G. gewicht, nl. van 1.013; maar alleen een nog hooger, nl. van 1.028, scheen niet verdragen te worden.

Ik besloot nu nader na te gaan, welke verdunning van zeewater den groei der jonge stolonen het meest ten goede kwam.

De opnieuw uitgelopen koloniën werden in kleinere stukken verdeeld en geplaatst in bakken met zeewater, dat met Vechtwater was verdund. Zeven bakken werden in orde gebracht.

I A. Zeewater van S.G. 1.0015.

I B. " " " " met een klein stukje mossel vleesch. Hierdoor hoopte ik het aantal micro-organismen, die zich bij het in ontbinding gaan van dat weefsel zouden ontwikkelen, in het zeewater te verhoogen, en de eventueel ontstane polypen op natuurlijke wijze te voeden.

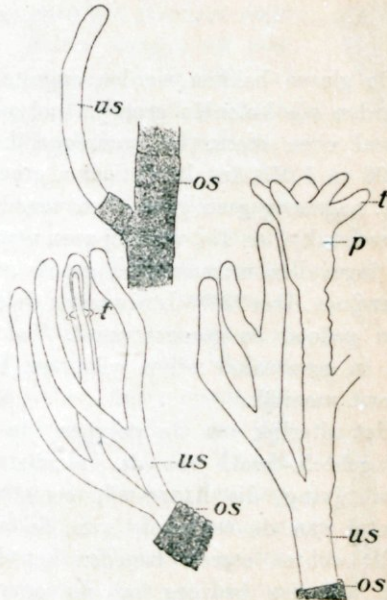


Fig. 3.

Drie verschillende stadia (vergrooting ongeveer 60 maal) van polypen uit de syphons bij Zeeburg, uitgroeïend in zeewater van 1.013 S.G. De hydroïdstelen, schijnbaar levenloos, hebben overwinterd en zijn opnieuw uit gaan loopen en polypen gaan vormen.

18 Maart 1913.

os. oude stolon
us. uitgelopen stuk
t. tentakels
p. polyp.

- II A. Zeewater van S.G. 1.006, zonder mossel.
 B. " " " " met mossel.
 III A. " " " 1.013 ¹⁾, zonder mossel.
 B. " " " 1.013, met mossel.
 IV A. " " " 1.018, zonder mossel.

De glazen bakken werden opgesteld 25 Maart en den 20^{sten} Mei vertoonden *alle* koloniën groei en polypenvorming. De groei was echter niet overal even sterk. Ontegengesteld vertoonden die in het water van 1.006 en 1.013 den krachtigsten groei. In het water van 1.0015 en 1.018 S.G. nagenoeg geen groei. Een verschil tusschen die kolonies, waarbij een mosselstukje, en die, waarbij geen was toegevoegd, was niet waar te nemen. De ingevallen warmte deed groote schade aan de cultures, die begonnen te kwijnen. Den 23^{sten} Juni werden de experimenten gestaakt en alle organismen gedood en geconserveerd. Tot de vorming van geslachtscellen was het in geen enkel milieu gekomen. Dit maakte het bepalen van de soort uiterst moeilijk.

Het uiterlijk van de polypen, de grootte en vorm van de stolonen, het geheele beeld van de koloniën komen het meest overeen met de beschrijving, die ALLMAN ²⁾ geeft van *Eudendrium ramosum* L. Het aantal van de tentakels van de in het aquarium gevormde polypen blijft echter steeds beneden het door ALLMAN genoteerde. De lengte der kolonies bedroeg op de oorspronkelijke groeiplaats, dus in de donkere syphonkokers 35 c.M., terwijl ALLMAN een lengte van 4 inches aangeeft. ³⁾.

Wij hebben hier voor ons een organisme met een buitengewoon aanpassingsvermogen, want behalve een ver uiteenlopend gehalte aan zouten

in het zeewater, verdraagt het zeer wel het koude jaargetijde. Ik had gelegenheid waar te nemen, hoe in September het afsterven der zomerpolypen zijn gang gaat.

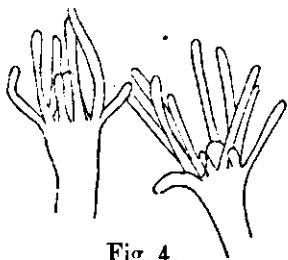


Fig. 4.

Uit de Syphons (10 Sept. '13).
 Polypen met uitgestrekte tentakels.

Hier en daar vertoonden zich aan de krachtige, in de syphons gegroeide polypenstelen nog hydranthen, waarvan ik er eenige heb afgebeeld (fig. 4). De uiteinden der takjes met de kwijnende of reeds afgestorven hydranthen waren overdekt met gesteelde protozoën, waartusschen vele hetero- en

holotrichen zich bewogen. De takjes nu, waaraan de hydranthen eenigen tijd geleden waren afgestorven, vertoonden zich als bruine chitine-kokertjes, waarbinnen men eenige m.M. beneden den vrijen rand het levende weefsel

¹⁾ Dit was hetzelfde water, waarin de stolonen waren opgeleefd.

²⁾ G. J. ALLMAN, A Monograph of the Gymnoblast or Tubularian Hydroids. London, publ. f. the Ray Society, 1871—1872.

³⁾ BRONN's Klassen u. Ordn. p. 220—221. Bd. 2 afl. 2. Coelenterata.

nog ziet zitten (fig. 5, 6). Het droeg daar een volkomen gaven rand, na zich hersteld te hebben van de verwonding tengevolge van het afsterven. In het inwendige van den chitinekoker teruggetrokken, brengt nu het weefsel der geheele kolonie den winter door en loopt in het voorjaar weer uit. De overwinterende takken worden elk jaar eenige m.M. langer. De lengte van 35 c.M. zal waarschijnlijk in den loop der 22 jaren gevormd zijn, gedurende welke de syphons onafgebroken dienst hebben gedaan.

Er zijn, voor zoover mij bekend, slechts twee goed geconstateerde gevallen van het „overwinteren” van polypenkolonies. Door ALLMAN¹⁾ werd ontdekt een eigenaardigheid van *Schizocladium ramosum*, een campanularide. Aan de kolonies komen takjes voor zonder hydranth. Zij worden door de chitine van het takje geheel afgesloten. Later wordt die chitine door de weeke, inwendige deelen van het takje doorboord. Dit uitgroeiende gedeelte draagt een insnoering op eenigen afstand van den top en het terminale gedeelte snoert zich na eenigen tijd geheel af, om als een soort planula op den grond te vallen. Hieruit ontstaat dan een nieuwe kolonie. Iets dergelijks vond ALLMAN ook bij *Corymorpha*. Maar dat moet nog onderzocht worden.

Het is natuurlijk mogelijk, dat ook bij de soort, die de syphons begroeit, een dergelijke afsnoering van levend weefsel voorkomt. Zeer waarschijnlijk echter komt het mij niet voor.

Daar wij bij de polypen in de kokers door het elk voorjaar zich herstellen van het weefsel met een soort regeneratie te doen hebben, dient hier vermeld te worden wat eenige onderzoekers gevonden hebben over den invloed van licht en duisternis op het regenererend vermogen van Hydroïdpolypen.

CHILD²⁾ vindt bij *Tubularia mesembryanthemum* en *Tubularia marina* in Napels, dat goed gevoede en krachtige weefselstukken veel sneller regenereren dan kommerlijke; dat hydranthen gemakkelijker regenereren dan stolonon; dat door verdunning van het zee-water het mogelijk is de stolonenvorming twee, ja driemaal grooter te maken dan in het normale zee-water, waarin de soorten oorspronkelijk groeien. Dit verklaart misschien den sterken groei in de syphonkokers bij Amsterdam, waardoor bij tijd en wijle ook water stroomt van veel minder zoutgehalte dan wat bij de proeven voor deze soort het optimale was.



Fig. 5.

Uit de Syphons.
10 Sept. '13.
Teruggetrokken weefsel
der polypenstelen.

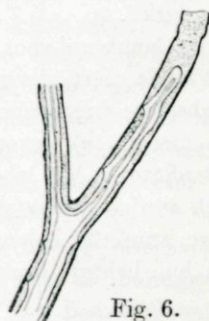


Fig. 6.

Uit de Syphons (10 Sept. '13)
Polypensteel met daarin
teruggetrokken weefsel.

1) ALLMAN: On a mode of reproduction by spontaneous fission in the Hydroidea. Rep. Brit. Assoc. 1870.

2) C. M. CHILD. An analysis of Formregulation in *Tubularia* I. Arch. f. Entw. Mech., 23.

GOLDFARB¹⁾ vindt bij Eudendrium eveneens, dat verdunning van het zeewater stolonvorming in de hand werkt.

MORGAN²⁾ vermeldt wat LOEB vond voor Eudendrium racemosum.

LOEB constateerde bij deze soort regeneratie der hydranth in het licht; echter in blauwe lichtstralen spoediger dan in roode.

GOLDFARB begon naar aanleiding van deze uitlating van LOEB een uitvoerig onderzoek met krachtige kolonies van Eudendrium ramosum. Nu bleek, dat duisternis geenszins regeneratie verhindert, en evenmin was het aantal in donker gevormde hydranthen minder dan in 't licht. Na reeksen van proeven, waarin hij nu eens een schadelijken invloed van licht, dan weer een van duisternis vindt, maar waar mijns inziens absoluut verwaarloosd is de voedingstoestand der koloniën, zoodat de auteur terloops opmerkt: „it seemed not improbable that the colonies were spent”, komt hij toch tot deze conclusie: „The regenerative processes were certainly not impaired by the almost confinement in the dark”.

Het komt mij voor, dat deze conclusie ook in overeenstemming is met wat bij de soort, die in de syphons groeit, gebeurt. Deze kolonies groeien in absolute duisternis. In den herfst sterven de polypen af. Elk jaar wordt een nieuw stuk gevormd, feitelijk geregenereerd; het uitloopen geschiedt niet alleen in het laboratorium, waar de flesschen onachtzaam in het volle licht werden geplaatst, maar eveneens in de donkere syphons; want aan de lange, krachtige koloniën zijn de in het laatste jaar ontstane chitinestukken aan hun lichtere bruine kleur van het oudere gedeelte te onderscheiden.

In de syphonkokers bij Zeeburg groeiden dus polypen, oorspronkelijk zeevormen, waarschijnlijk van de soort Eudendrium ramosum L.

Deze soort bleek tegen de zeer bijzondere levensvoorwaarden, die daar heerschen, volkomen bestand. In de buizen toch is:

- 1^o Het zoutgehalte aan sterke en plotselinge schommelingen onderhevig, al naar gelang zeewater wordt ingelaten of stadswater zee- waarts stroomt.
- 2^o De zuiverheid van het uitgelaten stadswater laat dikwijls veel te wenschen over.
- 3^o Er heerscht absolute duisternis binnen in de kokers.

Tegen al deze eigenaardigheden was deze hydroïdpolyp bestand. Zij groeide in den loop der jaren krachtig tot 35 c.M. lange koloniën uit.

Bovendien heeft deze polyp de eigenaardigheid in den herfst gedeeltelijk af te sterven en het levende weefsel, ver in de chitinescheeden teruggetrokken, te laten overwinteren. In 't voorjaar loopen de diep verborgen levende cellen opnieuw uit en vormen nieuwe stelen en polypen.

Wanneer men daarbij bedenkt, dat het erlangs stroomende vervuilde

1) A. J. GOLDFARB. Experimental study of light as a factor in the regeneration of hydroids. Journ. of Exp. Zool. Vol. III, 1906.

2) MORGAN, Regeneration, p. 29,30.

stadswater tal van organismen (bacteriën, kleine eencellige dieren) bevat, die door de polypen gevreten kunnen worden, dan volgt hieruit, dat dit vuile water veeleer gunstig dan nadeelig op de geheele vegetatie werken zal, terwijl bij het inlaten van versch zeewater de geheele aanwas een verfrisschend en reinigend bad en overvloed van zuurstof krijgt.

In den winter, wanneer de polypen geen hydranthen dragen, is de geheele chitinemassa der koloniën overdekt met een sessiele (vastzittende) bevolking; er komen op voor mosdierpjes, zeepokken, kleine mossels, koloniën van gesteelde protozoën, tal van modderbewonende wormen, draadvormende bacteriën en schimmels. Dit feit wijst erop, dat het vervuilde water deze geheele bevolking ook in het koude seizoen aangetrokken heeft en onderhoudt.

Het behoeft nauwelijks naar voren gebracht te worden, dat het uiterst moeilijk zal zijn een dergelijke taaie diersoort, als deze polyp ook bij de experimenten buiten de syphonkokers bleek te zijn, op den duur uit de syphons te houden. Wanneer zij zich eenmaal aan de wanden vastgehecht heeft, worden de koloniën en de geheele erop voorkomende verzameling van dieren telkens door het zeewater opgefrischt, en terwijl zij een zekere vervuiling kunnen verdragen, door het stadsgrachtwater maar al te goed onderhouden.

Het merkwaardige van deze sterk euryhaline¹⁾ hydroïdpolyp deed vermoeden, dat het brakwatergebied in en om Amsterdam een aantal organismen zou bevatten, waaraan belangrijke bijzonderheden zouden waar te nemen zijn. Maar bovendien verwachtte men, dat de nieuwe rioleering (zie later), voor zoover in werking, wijzigingen zou teweeg brengen in den hydrobiologischen toestand. Voor de grachten van de buitenstad hoopt men vóór alles een sterke vermindering van het bacteriënaantal te mogen constateeren, met name van die, welke mercaptanen en zwavelwaterstof vrij maken. Voor de Zuiderzee vermoedt men, dat het geloosde rivierwater geen of weinig invloed zal hebben, chemisch, bacteriologisch en ook niet in algemeen biologischen zin. *Wat men in een geval als dit te verwachten heeft, is alleen uit te maken door onderzoek naar de biologie van dat water in en om Amsterdam.* Daarom zijn thans door mij uitgebreide onderzoekingen ingesteld naar den onderlingen samenhang van de organismen van het binnenwater, van de stadsgrachten en van de Zuiderzee. Over de bewoners van het Noordhollandsche Polderwater en die van de Zuiderzee is het niet zoo moeilijk door anderen gemaakte waarnemingen te raadplegen. Doch een geheel onbekend gebied is dat der grachten; niet alleen, dat men geheel onwetend is van wat er in voorkomt, maar zelfs ook of van een typische grachtbevolking mag gesproken worden en hoe deze dan samenhangt met die van het zoete en zoute water, dat voortdurend en dagelijks in de grachten gemengd wordt. Daar ook maar eenigszins regelmatige opgaven over het zoutgehalte van het grachtwater ontbraken en over de wording van dit mengebied weinig geordende gegevens bestaan, werd besloten, tot beteren grondslag van het ingezette onderzoek, een korte samenvatting van 't geen bekend was te geven.

1) Euryhaline is een organisme, dat groote wisselingen in zoutgehalte in het omgevende water kan verdragen.

II.

HYDROGRAFISCH GEDEELTE ¹⁾.

De Amsterdamsche grachten zijn gegraven om een centrum, oudtijds gevormd door den Amstel, waar deze in het IJ uitmondt. Hier werd ter hoogte van den Vijgendam de eerste overbrugging („dam”) van de rivier gemaakt, waarnaar de stad genoemd werd. De grachten werden in halve-maan-vorm gemaakt met den hollen kant naar het IJ toegekeerd en zoo, dat ze den Amstel ongeveer loodrecht kruisen. Aan de beide uitmondingen, in het IJ bouwde men sluizen, die in geval van hoog water gesloten werden. Men mag als waarschijnlijk aannemen, dat het IJ-water met de getijbewegingen geregeld aan- en afgevoerd werd en dat, daar de sluizen terwille van de scheepvaart veelal open zullen hebben gestaan, de grachten reeds spoedig brakwater hebben bevat. Het polderwater, dat de Amstel afvoert, zal zich wel steeds min of meer met het grachtwater gemengd hebben. Ook nu nog, wanneer het Amstelveel hoog staat, zal het grachtwater minder zout zijn, dan wanneer weinig Amstelwater door de stad wordt gevoerd.

Het water dat oorspronkelijk in de oudste grachten stond, moet dan een mengsel van grond-, IJ- en Amstelwater zijn geweest.

Naarmate de bevolking van het door de gracht omsloten stuk grond dichter werd, hoopten zich de afvalstoffen op. Deze werden meerendeels in de onmiddellijke nabijheid der woningen in de grachten geworpen.

Het water binnen de stadswallen, dat oorspronkelijk een goed vischwater moet geweest zijn, vervuilde spoedig zóó zeer, dat een sterke achteruitgang van den vischstand was waar te nemen. Uit de wijze, waarop de grachten ontstonden, mogen wij gevoegelijk aannemen, dat wij daarin oorspronkelijk een zoetwaterfauna en -flora aantreffen. De achteruitgang van den vischstand trachtte men eerst tegen te gaan door keuren en straffen te stellen op het verontreinigen van het openbare water (vanaf 1540). Doch toen dit weinig verbetering bracht en de toestand minder met het oog op de waterdieren en -planten, dan wel voor de bevolking zelve onhoudbaar werd, ging men over tot het geregeld inlaten van IJ-water. Reeds vóór men met dat spuien begon zullen de grachten wel zóó vervuild zijn geweest, dat weinig andere levende wezens dan saprobionten voorkwamen. Dit zijn zulke organismen, welke alleen in sterk vervuild water leven kunnen.

¹⁾ Zie de kaart.

De levensvoorwaarden voor de oorspronkelijke zoetwaterbewoners werden echter, behalve door de overmaat van afvalstoffen, ook zeer verminderd door het aanvankelijk nu en dan, later (na 1674) geregeld inlaten van het brakke IJ-water. Het IJ stond in open gemeenschap met de Zuiderzee, en het IJ-water werd bij vloed ingelaten door de waterlopen onder de Nieuwmarkt en Dam. Op deze wijze kon men bij vloed den stand van het grachtwater 5—15 c.M. verhoogen; bij eb liet men dan het grachtwater door afvloeiing naar het IJ weer op het oorspronkelijk peil komen en door deze bewerking verkreeg men een geringe waterverversching.

Het brak-zijn der grachten op zichzelf zal reeds schadelijk op den vischstand gewerkt hebben; het voortdurend wisselen der saliniteit was een andere nadeelige factor; maar den doorslag gaf natuurlijk de geweldige vervuiling van het water. Een kort en kernachtig overzicht over de prestaties van het Amsterdamsche grachtennet op het gebied van het opnemen en vergaderen van den afval van de vroegere bewoners vindt men onder den titel van „de Rioleering van Amsterdam” van de hand van den heer A. W. Bos¹⁾. Ook vindt men daarin een overzicht van de middelen, welke zijn beproefd om eenige verbetering in de spuiing te krijgen. Zij bleken alle onvoldoende, omdat men het niveau der grachten niet op een vast peil kon houden; men was overgeleverd aan het wisselend niveau van het IJ, en aan de varieerende hoeveelheid Amstelwater.

Eerst in 1872 kwam er een aanzienlijke verbetering. In dat jaar kwamen de Oranjesluizen (kaart, 34) gereed. Van toen af ligt Amsterdam aan een afgesloten water, nl. het IJ-Noordzeekanaal. Houdt men het niveau van dat door de Oranjesluizen en de sluizen bij IJmuiden van Zuiderzee en Noordzee afgescheiden gebied lager dan dat van het grachtwater, dan kan men het vervuilde stadswater op het kanaal af laten vloeien, en door dat grachtwater weer lager te houden, dan het vloedpeil van de Zuiderzee, kan versch zeewater als spuiwater worden gebruikt. Hierdoor komt door de grachten of geregelde tijden een, zij het ook langzame instrooming en een geregelde verdunning van het vuile grachtwater met Zuiderzeewater en met Amstelwater tot stand. Het grachtwater blijft dus brak, want weer zijn het zeewater en Amstelwater, die in de grachten tezamen vloeien; zij het dan ook dat de waterverversching sedert 1872 naar een vast schema geschiedt.

Het grachtennet was vroeger een onderdeel van Amstelland's boezem, waarvan het nu geheel kan worden afgesloten. Het grootste gedeelte van het grachtwater, waarvan het totale oppervlak ruim 200 H.A. is, kan door een aantal sluizen van den boezem van Rijn- en Amstelland worden afgescheiden. Dan kan een reeks sluizen het binnenstadswater afscheiden van het IJ-Noordzeekanaal. En eindelijk zijn er sluizen, die de kunstmatig verkregen verbinding met de Zuiderzee kunnen afsluiten, nl. de syphonsluizen bij Zeeburg (Zie kaart, 36).

Ten noorden van de stad ligt dus het IJ-Noordzeekanaal, oorspronkelijk de natuurlijke en eenige ontvangplaats van alle afvalwater van Amsterdam

¹⁾ Weekblad „de Ingenieur” 1913, No. 46, 47.

door talrijke sluizen daarvan afgescheiden. Het eigenlijke Noordzeekanaal met zijn vele zijkanalen heeft een oppervlakte van ruim duizend hectaren en dient als voorboezem voor het Amsterdamsche stadswater en den Schermerboezem, en ook dus voor Amstelland en Rijnland en is bij Schellingwoude (Oranjesluizen) en IJmuiden van Zuiderzee en Noordzee afgesloten; om aan de natuurlijke loozing door deze sluizen te hulp te komen, is bij Schellingwoude een stoomgemaal geplaatst.

Ten noordoosten van Amsterdam ligt het Open IJ, dat geleidelijk in de Zuiderzee overgaat. Hiermee stond het oostelijk deel der stadsgrachten door een sluis, die in de Nieuwe vaart (3), in verbinding. Toen het Merwedekanaal gereed kwam (1889) heeft men den afvoer van stadswater en den inlaat van zeewater mogelijk gemaakt door 9 syphonkokers (36) dwars in het Merwedekanaal te leggen. Loozing van gracht- of Amstelwater of toelating van Zuiderzeewater is hierdoor mogelijk naar gelang van het niveauverschil binnen- of buitendijks; deze waterbeweging kan bovendien worden versterkt door een electrisch gemaal.

Het sedert 1872 gevolgde spuisysteem kan men in 't kort weergegeven vinden in de bovenaangehaalde voordracht van den Directeur van den Dienst der Publieke Werken, den heer Bos. Daar leest men op pag. 3:

„Op 5 avonden en 6 nachten van de week en op Zondagochtend wordt, na sluiting van de Amstelsluizen, de sluis in de Weteringschans, de valdeur onder de brug voor het Leidscheplein en de sluizen in de Nieuwe vaart en in de Mauritssingelgracht, bij het stijgen van het Open IJ-peil boven den kanaalwaterstand, het zeewater door 9 kokers, te zamen in doorsnede groot 20 M². in het Loozingskanaal en de Nieuwe Vaart en door de Entrepôtdoksluis en de Nieuwe Heerengracht de stad ingevoerd, terwijl beurteelings één of meer sluizen, welke in verbinding staan met het Noordzeekanaal, worden geopend (Zie pijlen op de kaart).

„Des Zaterdags van 4 uur n.m. tot half elf wordt de Mauritssingelgracht ververscht door uitpompig van het Loozingskanaal en toestrooming van Amstelwater.

„Een avond en één nacht worden besteed aan het afmalen van de oude stad door het loozingskanaal de Nieuwe vaart, de Entrepôtdoksluis, enz. en het gelijktijdig laten toestroomen van het Amstelwater.”

In de *oude stad*¹⁾ wordt dus versch zeewater ingelaten, dat in hoofdzaak westwaarts stroomt. De hoeveelheid ingelaten zeewater is per etmaal steeds wisselend, zelden minder dan 200.000 M³, soms meer dan 1.000.000 M³, doorgaans 5 à 600.000 M³. De hoeveelheid hangt af van getij, weersgesteldheid, stand van Amstel- en grachtwater, en den dag der week. Van Zaterdagmiddag tot Zondagmorgen wordt de grootste hoeveelheid ingelaten.

In de *nieuwe stad* is de stroom van het ververschingswater west-oostwaarts gericht; het vuile water wordt bij Zeeburg weggepompt en aangevuld met Amstelwater. Hier heeft men niet een onbeperkte hoeveelheid

¹⁾ De „oude stad” is alles, wat door de Singelgracht is omsloten; de „nieuwe stad” wat daarbuiten ligt. (Zie kaart).

versch water beschikbaar, maar is afhankelijk van de zeer wisselende hoeveelheid Amstelwater, dat juist in den zomer, wanneer veel water noodig is, een lagen stand heeft.

Deze ongunstige factor heeft bij de steeds snellere uitbreiding van het nieuwe stadsgedeelte er veel toe bijgedragen het plan uit te voeren, dat in 1898 door LAMBRECHTSEN v. RITTHEM ontwikkeld was. De hoofdgedachte daarvan was een rioleering te maken, zoodat geen faecaliën en geen huishoudwater in de gracht komen. Het riool moet al het vuile water rechtstreeks en niet door de gracht in zee afvoeren; een goede reinigingsdienst moet het overige doen.

Het thans uitgevoerde plan is ontworpen door den vorigen directeur, J. VAN HASSELT, en onder den tegenwoordigen directeur uitgevoerd.

In 1913 kon het eerste gedeelte der nieuwe rioleering gebruikt worden en nu is de geheele nieuwe stad op het groot rioolnet aangesloten, waardoor huishoudwater, faecaliën en hemelwater door een persbuis bij Zeeburg 4 K.M. ver in de Zuiderzee worden uitgestort (Zie kaart, 37).

In de oude stad echter bleef de toestand vrijwel ongewijzigd. Feitelijk echter nemen de bronnen van vervuiling iets af, door de voortschrijdende „City”-vorming, en doordat het water der nieuwe stad thans in *zooveel* mindere mate vervuild wordt. Het is te verwachten dat deze laatste factor zeer ten gunste van den algemeenen toestand in de oude stad zal werken, aangezien toch het grootste gedeelte van den dag, wanneer alle sluizen openstaan, een menging van het grachtwater van binnen- en buitenstad plaats heeft.

Uit de beschrijving van de spui- en ververschingswijzen, in nieuwe en oude stad gevolgd, ziet men dat in *alle* grachten een menging van Amstel- en IJ-water of van Amstel- en Zuiderzeewater plaats heeft. Daar de grootte van elk dier componenten van jaargetijde, getij, van weer en wind en van dag en uur afhankelijk zijn, volgt daaruit, *dat het zoutgehalte van het grachtwater op alle punten zeer wisselend is en dat*, hoewel er geen waarnemingen over bestaan, wij feitelijk moeten verwachten, *dat de saliniteit met den dag en met het uur kan veranderen.*

III.

VERVUILING EN ZOUTGEHALTE VAN DE GRACHTEN EN DE ZUIDERZEE.

De vervuiling van het Amsterdamsche grachtwater ontstaat door de afvalstoffen, door den mensch zelve gevormd, of die noodzakelijk voortkomen uit de samenleving van een groot aantal menschen dicht bijeen.

Die afvalstoffen zijn :

- a Lichamelijke : faecaliën en waschwater.
- b Huishoudelijke : keukenwater en keukenafval.
- c Industriele : fabriekswater en spoelwater.
- d Hemelwater : straatvuil.

In een stad als Amsterdam blijft de vervuiling door industrieel en hemelwater op den achtergrond vergeleken bij de afvalstoffen van mensche-lijken en huishoudelijken oorsprong.

Laat men althans voor 't oogenblik alleen naar voren brengen, welken invloed die specifiek menschelijke vervuiling op het grachtwater heeft.

Deze bestaat dan uit :

- 1^o Faecaliën.
- 2^o Gootsteenwater.
- 3^o Badwater.
- 4^o Keukenafval.

Over de hoeveelheid van deze dagelijks in Amsterdam geproduceerde stoffen geven de volgende cijfers over het jaar 1912 ¹⁾ eenig denkbeeld.

Aantal inwoners : 580.960.

Opgehaald keukenafval : 293.590 M³. per jaar.

Hoeveelheid voortgebrachte faecaliën ²⁾ per jaar..... 848.260 M³.

Hiervan werd opgehaald :

door Liernurstelsel.....	150.551 M ³ .
door tijdelijk Liernurstelsel.....	121.008 „
door tijdelijk spoelstelsel	6.309 „
door wisseltonnenstelsel	1.040 „
uit beerputten.....	10.296 „
met beerwagens	2.514 „

Totaal opgehaalde hoeveelheid..... 291.718 M³.

De in grachten afgevoelde, aldus berekende hoeveelheid 556.542 M³.

De hoeveelheid verbruikt leidingwater .: 17.030.687 „

Hiervan verbruikt in woningen 14.700.000 „

¹⁾ Verslag over den toestand der gemeente Amsterdam 1912.

²⁾ De Reinigingsdienst berekent een gemiddelde dagelijksche productie van 4 liter p. hoofd en p. dag; hierbij is spoelwater, daar de feitelijke hoeveelheid slechts $\pm 1,65$ L. is.

Berekent men deze getallen per jaar en per hoofd om dan vindt men in de eerste twee kolommen ongeveer de verhoudingen; in de twee laatste de opgaven van RUBNER.

PER HOOFD	PER JAAR	PER DAG	IN GEWICHT PER JAAR ¹⁾	IN PROCENT ¹⁾
Hoeveelh. leidingw. . .	25 M ³ .	68,5 L.	—	—
" faeces. . . .	55 K.G.	0,15 K.G.	34 K.G.	0.4 %
" urine. . . .	545 L.	1,5 L.	428 "	5 %
" keukenafv. . .	2 M ³ .	5,5 "	90 "	—
" gootsteenw. . .	7,3 "	20 "	7300 "	92.8 %

Terwijl nu door alle eeuwen heen de hoeveelheid voortgebrachte faecaliën en keukenafval ongeveer gelijk zal zijn, neemt de hoeveelheid in de huizen gebruikt leidingwater elk jaar nog toe²⁾.

Van de berekende 68,5 L. per hoofd en per dag (anderen berekenen 80 L.) wordt slechts een uiterst gering deel door het *lichaam* van den mensch opgenomen, zeker niet meer dan 2 L., waarvan dan het grootste gedeelte toch weer het lichaam verlaat. Ook dit inwendig verbruikte water is door alle tijden heen ongeveer een gelijke hoeveelheid. *Al het meer verbruikte leidingwater is dus spoel- en waswater.*

De voortdurend toenemende hoeveelheid leidingwater vindt men dus met een nagenoeg gelijk gebleven hoeveelheid afvalstoffen in de openbare wateren afvloeien.

Voora sedert het in gebruik nemen van de duinwaterleidingen³⁾ is dit sterk toegenomen. Vóór 1854 gebruikte men, behalve het opgevangen en door water- en vuurneringen geëxploiteerde regenwater, ook water, dat uit de Amstel, het Gein, de Vecht, zelfs uit Utrecht werd aangevoerd met waterschuiten van de zoogenaamde Verschwatersociëteit. Men mag wel aannemen, dat als water, zooals toen, gekocht moet worden, het gebruik daarvan voor lichaam en huishouden tot het allernoodzakelijkste beperkt bleef. Dit veranderde onmiddellijk na het gemakkelijk verkrijgbaar stellen van het leidingwater. Per inwoner en per jaar stijgt de hoeveelheid water voortdurend. Behalve het thans onvergaarde en slechts door straatvuil verontreinigde hemelwater, stroomt een veel grootere hoeveelheid, zij het dan ook minder vervuild dan vroeger — omdat immers de in 't algemeen voortgebrachte hoeveelheid afvalstoffen dezelfde blijft — verontreinigd zoet water in de grachten.

1) Zie RUBNER — Lehrbuch der Hygiene 6e Auflage (1900).

2) 1896 aantal inwoners 495.000; hoeveelheid water 9.6 mill. M³ per jaar.

1912 " " 589.000; " " 14.7 " " " "

Per dag per hoofd verbruikt water 1896: 53,1 L.

" " " " 1912: 68,5 "

3) Het vraagstuk der voorziening van Amsterdam met drinkwater in tijd van vrede. Dr. H. G. RINGELING, Geneesk. bladen, 1902.

Langen tijd meende men, dat faecaalstoffen de belangrijkste verontreinigers van openbaar water waren. Immers zij kunnen bevatten pathogene organismen, waarvan typhus en cholerabacillen de meest gevreesde en bekende zijn. Inderdaad dient scherp gelet te worden op het voorkomen van bij den mensch ziekte verwekkende bacteriën in zulk water, dat in aanmerking komt als drinkwater; of ook, en daar vooral, omdat het vaak zoo oncontroleerbaar is, als spoelwater voor vaatwerk (melkimmers enz.) en van groenten. Doch voor water als het sterk vervuilde grachtwater, dat bovendien brak is en dat wel zeer zelden als drinkwater of spoelwater gebruikt zal worden, ook al wegens het overal gemakkelijk bereikbare leidingwater, voor dat grachtwater dan zijn niet allereerst en voornamelijk de faecaliën de bron van verontreiniging. Veel te weinig heeft men vroeger gelet op den vervuilen invloed van het gootsteenwater ¹⁾. De onderzoekingen vermeld door RUBNER ²⁾ o. a. toonden aan, dat analyses van stads-rioolwater van Engelsche steden weinig verschilden naar gelang de faecaliën al dan niet in die riolen uitmondten. Ook het aantal en de soorten bacteriën waren bij de faeces bevattende niet merkbaar grooter ³⁾.

Samenstelling v. vocht uit riolen, waarin <i>wel</i> faecaliën werden ontlast (Steden met spoelstelsel). Hetzelfde waarin <i>geen</i> faecaliën werden ontlast. (Steden met beerputten en riolen).	ZWEVENDE STOFFEN.		OPGELOSTE STOFFEN IN MGR. P. L.				
	anorg.	org.	totaal	N.	Cl.	Salp.z.	org. stof d. gloeiv.
	241,8	205,1	722	77,3	106,6	0,03	46,9
	178,1	213	824	64,5	115,4	0	44,8

De chemische samenstelling verandert blijkbaar niet noemenswaard en evenmin is dat verschil groot genoeg om een geheel andere of rijkere bacillenbevolking tot ontwikkeling te brengen. *Het gootsteenwater, te zamen met het waschwater, vormen de grootste verontreiniging van het openbare water rondom de steden.*

Op welke wijze komen nu de verschillende afvalstoffen, op de vorige bladzijden aangeduid, in het Amsterdamsche openbare water?

Zoowel vroeger als nu is er verschil tusschen de „oude stad” en de „nieuwe stad”.

In de oude stad, het gedeelte dat omsloten wordt door het IJ en de Buitensingelgracht (Nassau-, Stadhouders- en Mauritskade), *vloeien faecaliën, gootsteen-, wasch- en hemelwater in de grachten.*

¹⁾ Zie vooral LAMBRECHTSEN in Nota met bijlagen van den Directeur der Publieke Werken, 1 Juni 1898, betreffende rioleering en waterverversching in de gemeente Amsterdam, 2e druk.

²⁾ Lehrbuch der Hygiene 1900.

³⁾ Rapport van den Dir. van den Gem. gezondheidsd. 5 Oct. 1897. No. 578.

In de nieuwe stad, het gedeelte dat buiten de Singelgracht ligt, bestond tot vóór 1913 een zeer gecompliceerde toestand. Deze kwam dan voornamelijk hier op neer, dat huishoud- en hemelwater in de grachten vloeiden, terwijl de faecaliën op allerlei wijzen meer of minder volledig verzameld werden en opgezameld op de stadsbelt aan de Kostverlorenvaart. Dit verzamelen sloot geenszins uit, dat het grootste gedeelte daarvan toch weer in openbaar water in dit geval de Kostverlorenvaart terecht kwam.

Na gedeeltelijk verwerkt of verkocht te zijn liet men het overige toch weer in den grond of de gracht weggloopen.

In de nieuwe stadsgedeelten heeft men thans een systeem van rioleering uitgevoerd, dat voor goed een einde maakt aan alle halve en gedeeltelijke maatregelen in zake de wegwerking van alle afvalstoffen. In de riolen van die stadsgedeelten, waarop thans de wijken Oosterpark, IJII, Concertgebouw en van Lennepkwartier zijn aangesloten, vloeien de faecaliën, het huishoud-, het waschwater en het hemelwater af. Slechts nooduitlaten in geval van plotselinge stortregens voeren af op de grachten. Een pompstation nabij Zeeburg pompt al het vocht naar het oosten van de stad en voert het door een lange bovengrondsche persbuis 4 K.M. ver in de Zuiderzee.

Slechts het uiterste westelijk gedeelte der nieuwe stad heeft nog den ouden toestand.

De ondeugdelijkheid als drinkwater van het brakke grachtwater, sterk vervuild door huishoudwater en faecaliën, behoeft niet meer betoogd. Het is dan ook niet om die reden, dat naar verbetering van den toestand wordt gestreefd. Men beoogt geenszins het grachtwater weder tot drink-, spoel- of vischwater geschikt te maken. Doch de hinder, dien wij van de grachten ondervinden en die zich het sterkst in de binnenstad en in het westelijk deel doet gevoelen, komt voort uit de buitengewone gevoeligheid van het menschelijk reukorgaan voor enkele ontledingsgassen van de „rottings”-processen in het water. Deze hinderlijke gassen zijn vooral mercaptaan en zwavelwaterstof (CH_3SH en H_2S). Uiterst geringe hoeveelheden, $\frac{1}{5000}$ m.Gr. H_2S in 50 c.M³. lucht en $\frac{1}{460\ 000\ 000}$ m.Gr. CH_3HS in 50 c.M³. kunnen wij nog ruiken¹⁾, en een betrekkelijk geringe hoeveelheid, die resulteert uit de levensprocessen in het grachtwater, geven ons in de sterkst verontreinigde stadsgedeelten een walgelijk gevoel. Of het voorkomen dezer gassen in zulke geringe hoeveelheden op den duur of tijdelijk ook onhygiënisch is, of m. a. w. de kwestie alleen een onaesthetischen kant heeft, daarover zijn weinig gegevens bekend. Slechts de Utrechtsche Gezondheidscommissie deed op grond van statistische gegevens deze uitspraak: „dat het wonen aan grachten een ongunstige factor is voor de sterfte van kinderen van 1—5 jaar, voor zooverre deze wordt geïnfluenceerd door epidemieën van diphterie en croup, en tevens ongunstig werkt op het voorkomen van febris typhoidea bij alle leeftijden”.

De ongunstige factor voor febris typhoidea bestaat natuurlijk uitsluitend

1) Zie RINGELING, I. c.

bij het gebruik van het water. De verhooging van kindersterfte is een zéér bedenkelijk iets; doch het wil mij voorkomen, dat de slechte woning-toestanden in die huizen „aan de grachten” hierin grootere schuld heeft dan de gassen uit het water. Ieder, die in Utrecht bekend is, kent die woningen aan de grachten, die onder de straat aan den wallekant gelegen zijn, aan licht en lucht te weinig en aan vocht veel te veel hebben. Misschien hebben ook de bewoners niet steeds overvloed van voedsel. Al deze invloeden doen zich gelden bij de bedoelde kindersterfte en de geringe hoeveelheid H_2S of CH_3HS kan en zal vermoedelijk daaraan part noch deel hebben.

Ook voor de Amsterdamsche grachten schuilt het *onhygiënische* feitelijk alleen in het gebruik van het water zelf, waardoor het dan de verbruikers in- of uitwendig zou kunnen besmetten; maar dit gevaar wordt zeer verminderd, omdat het water brak is en doordat leidingwater overal en gemakkelijk verkrijgbaar is. Het *onaesthetische* veroorzaken de gassen, die uit het water opstijgen. Is dit laatste al geen direct gevaar, de hinder kan groot genoeg zijn om naar verbetering in dezen toestand te blijven zoeken.

De directe afvoer van alle afvalwateren van de nieuwe stad in de Zuiderzee heeft de grachten in dit gedeelte niet weinig ontlast. De verstrekkende gunstige invloed zal echter pas over eenige jaren blijken, als het grachtwater, dat vooral ook tot *in zijn bodem* zéér vervuild is, zich zelf gereinigd zal hebben.

Voor de oude stad zal het invoeren van veel versch Zuiderzeewater de aangewezen en terecht gevolgde wijze tot verbetering zijn. Men mag echter nooit uit het oog verliezen, dat het zeewater slechts hooge waarde als spuiwater bezit, zoolang het zuurstof bevat en dat, zoodra deze verbruikt is, in het grachtwater, zooals men thans weet, de organismen aanwezig zijn, die uit *datzelfde* zeewater bepaalde verbindingen, de sulfaten, omzetten en zoo tot grootere zwavel-waterstof ontwikkeling aanleiding geven ¹⁾. Maakt men dus de hoeveelheid versch zeewater zóó groot, dat deze zuurstof-arme toestand niet intreedt, dan zal ook de onsmakelijke gasontwikkeling niet plaats vinden. Het spreekt ook vanzelf, dat hoe hooger het zuurstofgehalte van het zeewater is, hoe grooter het reinigend vermogen zal zijn.

In elk water, dat door organische stoffen, waarvan dierlijke en plant-aardige eiwitten in alle stadia van afbraak de voornaamste componenten zijn, wordt verontreinigd, ontstaan in het grachtwater van de oude stad door rottingsprocessen behalve vele andere verbindingen, zwavelwaterstof en mercaptanen. Maar wanneer dat water bovendien brak is, dan zullen de sulfaten uit het zeewater kunnen bijdragen tot de zwavelwaterstof-

¹⁾ In 1895 (Centr. f. Bakt. 2e abt. 1895) publiceerde Prof. W. M. BEIJERINCK zijn onderzoek naar het ontstaan van H_2S uit sulfaten. Hij vond een organisme, dat hij Spirillum (= Microspira) desulfuricans noemde, dat in staat was onder bepaalde omstandigheden sulfaten tot zwavelwaterstof af te breken. De spirillen deden dit alleen

vorming. Deze aantasting der sulfaten geschiedt echter alleen, wanneer het grachtwater vrij is van zuurstof. Behalve dus dat het eenmaal als ververschingswater ingelaten Zuiderzeewater dan geen verversching meer bewerkt, wordt het op zichzelf oorzaak voor H_2S -vorming.

Primair is natuurlijk de H_2S -vorming van organische stoffen, die drijvend, zwevend of op den bodem in rotting zijn; en secundair de H_2S -vorming uit het van zuurstof beroofde zeewater zelf door tusschenkomst van micro-organismen.¹⁾

wanneer het water vrij was van zuurstof en wanneer het water ook nog andere aërobe bacteriën bevatte. Deze laatste waren ook te vervangen door organische stof als Asparagin, Kmalat enz., waarom B. het vermoeden uitte, dat de aërobe bacteriën voedingstoffen voor de anaërobe Sp. desulf. zouden vormen. Later vond A. v. DELDEN (Centr. f. Bakt. 2e abt. 1904) dat inderdaad Sp. desulfuricans BEIJER. zonder tusschenkomst van eenig ander organisme de sulfaten reduceerde, wanneer men slechts zorgt voor voldoende organische stof. v. DELDEN vond verder in zeewater een soortgelijken, maar toch goed te onderscheiden vorm Spirillum (Microspira) aestuarii, die natuurlijk een veel hoger zoutgehalte in het water, maar ook een veel hooger H_2S (tot 952 m.Gr. per Liter) verdraagt.

In 1899 schreef C. S. STOKVIS een proefschrift over H_2S vorming in het Amsterdamsche grachtwater. Als zoodanig verdienen deze onderzoekingen de aandacht. Hij vond „dat de vorming van H_2S in het grachtwater . . . kan verklaard worden door de werking van bacteriën, die (zooals de „bacteria desulfuricans” van het Amsterdamsche grachtwater) onder anaerobiontische verhoudingen de SO_3 -verbindingen tot lagere zwavel zuurstof-verbindingen omzetten. Deze lagere verbindingen zouden op hare beurt tot H_2S gereduceerd worden onder den invloed van bacteriën, die uit organische stoffen, immers in grachtwater en de modder overvloedig aanwezig, H_2 , CO_2 en CH_4 afsplitsen. Men neemt aan, dat het door STOKVIS gevondene bij uitvoeriger en voortgezette proeven stellig tot de uitzonderingen zou blijken te behooren. Dat dus niet zooals S. meent de sulfaatreductie in twee stadia gaat, maar dat zeer waarschijnlijk dus ook in de Amsterdamsche grachten Sp. (Microspira) desulfuricans BEIJER. of aestuarii v. DELDEN of beide, zoodra de zuurstof is uitgeput, de sulfaten tot H_2S reduceeren.

1) Dr. N. L. SÖHNGEN. Verslag over het onderzoek naar de oorzaken van het ontstaan van den stank der Haagsche grachten en aanwijzingen betreffende middelen ter verbetering. Bewerkt voor en uitgegeven door de gezondheidscommissie te 's Gravenhage 1914, pag. 3. „Voor eene ontwikkeling van zwavelwaterstof in grachten zijn noodzakelijk de aanwezigheid van:

1. Zwavelverbindingen in den vorm van eiwitten, zwavel gebonden aan organische lichamen, sulfaten, sulfieten, sulfiden of vrije zwavel.
2. Een voldoende hoeveelheid door microben assimileerbare organische stof.
3. Goeden microbengroei.
4. Gunstige klimatologische invloeden (lage barometerstand bevordert opstijgen van de ontstane gassen).

De concentratie der zwavelverbindingen, b.v. die der sulfaten, is van invloed op de snelheid der zwavelwaterstofvorming. Dit leert ook het feit, dat toevoeging van veel sulfaten houdend polderwater en van zeewater aan stinkgrachten eene vermeerdering der zwavelwaterstof daarin tengevolge heeft. Om deze reden alleen reeds zal men b.v. in den Haag zorg moeten dragen, dat geen zeewater in de grachten komt en dat dit nooit als spuiwater wordt gebruikt.

De volgende formules lichten de meest belangrijke scheikundige en mikrobiologische processen toe, waarbij zwavelwaterstof in de grachten ontstaat en verdwijnt.

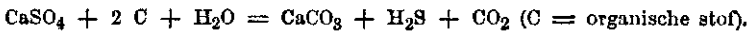
De primaire en voornaamste stankvorming verdwijnt zoodra men nalaat afvalstoffen van organischen aard in de grachten te brengen; hiernaar wordt thans in de nieuwe stad gestreefd. Hier zal dan ook tevens, ook al gebruikt men zeewater, het niet tot de secundaire stankvorming komen, aangezien tengevolge van den minder vervuilden toestand van het grachtwater de zuurstofvrije toestand van het water, die immers noodig is voor de aantasting van de sulfaten, veel minder spoedig zal intreden.

Kan men echter, zooals in de oude stad, niet vermijden, dat groote hoeveelheden afvalstoffen in het water komen, dan zal slechts een zóó groote hoeveelheid zeewater de primaire stankvorming eronder kunnen houden, zoolang de zuurstof niet opgeteerd is. Maar daarna zal dan ook de secundaire H_2S -vorming beginnen en den toestand verergeren¹⁾.

Kan men de hoeveelheid ververschings-zeewater zoo groot maken, dat geen anaërobe toestand intreedt, dan zal het tot secundaire H_2S -vorming niet komen.

Een zoodanige, zeer gewenschte spuijng der grachten met zeewater, is op het oogenblik practisch onuitvoerbaar. Het niveauverschil tusschen Zuiderzee en Noordzeekanaal is te gering voor het binnenlaten van de noodige hoeveelheid zeewater. Men kan bij deze spuijngswijze, althans

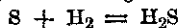
Zwavelwaterstofvorming tengevolge van sulfaatreductie door *Spirillum desulfuricans*.



Scheikundig proces, waarbij in het water opgeloste zuurstof en zwavelwaterstof verdwijnen:

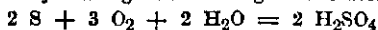


Biologisch proces bij aanwezigheid van organische stof:



waardoor weer zwavelwaterstof ontstaat.

Biologische processen bij afwezigheid van organische stof:



waardoor weer sulfaat ontstaat.

¹⁾ Van het sulfaatgehalte van verschillend water geeft onderstaand tabelletje eenig denkbeeld.

SO_3 gehalte in mGr. per Liter.

Lijnbaansgracht	389	1914 Wibaut.
Singelgracht (Mauritskade)	214	Jan. 1914 Wibaut.
Duinwater (leiding) . .	23,4	Proefschrift v. d. Sleen.
Vechtwater "	28	" "
Watergraaftmeer "	spoor	
Zuiderzeewater (bij Marken)	882	Dr. W. E. Ringer, 1906.
Regenwater	5,9	Proefschrift v. d. Sleen.
Faecaliën	500	Tigerstedt. Physiologie des Menschen.

Zeewater en faecaliën brengen dus de sulfaten in het water, maar naar verhouding met het zeewater eenige honderden malen meer dan met de faecaalstoffen, omdat dagelijks naar verhouding veel meer zeewater ($\pm 500.000 M^3$) dan faecaliën ($\pm 1000 M^3$) in de stadsgrachten stroomt.

bij een deel der grachten, nauwelijks van een doorstroomen der grachten spreken. Het is eer een schuivend verplaatsen en een gestadige langzame menging van gracht- en zeewater, waarbij op vele punten de zuurstof reeds zeer spoedig aan het water ontnomen is en de reductie der sulfaten, vooral in die grachten, waar de modder voortdurend met het bovenwater gemengd wordt, kan beginnen.

Nu is bekend ¹⁾, dat groene p'anten en met name diatomeën ²⁾, die in Zuiderzeewater buitengewoon talrijk kunnen voorkomen, bij niet al te sterke vervuiling met behulp van het daglicht, het zuurstofgehalte belangrijk kunnen opvoeren. Dit biologisch proces gaat natuurlijk ook in het grachtenet nog eenigen tijd door. Doch ook deze diatomeën sterven, zoodra de zuurstofvrije toestand intreedt.

Wij dienen nu na te gaan, welke chemische verandering het water in de grachten ondergaat door de faecaliën en het huishoudwater.

Men heeft zich in den loop der jaren zeer weinig bekommerd om de hoeveelheid zouten, die in het grachtwater voorkomen. De scheikundige, zoo min als de biologische hoedanigheid van dat water hadden praktisch eenig belang. Het water wordt immers niet gedronken, is geen vischwater meer; het dient eenvoudig als open riool en als vervoerweg. Dat een riool stinkt is een natuurlijk iets; dat men dezen stank tracht tegen te gaan, is een aesthetische, nog niet eens uitgemaakt een hygiënische eisch, dien de bewoners kunnen stellen. Men spuide daarom met zeewater, dat het gemakkelijkste verkrijgbaar was, dicht bij de hand lag en onuitputtelijk is. Vanaf het binnenlaten van het spuiingswater werden de grachten brak. *Hoe* brak, heeft nooit iemand geïnteresseerd; men stelde zich tevreden met de overweging, dat het binnengelaten zee-water in ieder geval schooner en zuurstofrijker was dan het grachtwater.

Zoo komt het, dat slechts zeer weinig scheikundige gegevens over het grachtwater te vinden waren. Ik wilde gaarne weten, welk water door de syphonbuizen stroomde, waarvan ik de inwendige dierlijke aangroeiingen zou onderzoeken, en hoe brak dat was, ten einde het milieu te kunnen vergelijken met andere goed onderzochte brakwatergebieden, zooals de Kieler bocht en de Oostzee. Ik stuitte op allerlei onbekendheden van het watergebied, waaraan ik jaren gewoond heb, en dit werd de aanleiding om de gegevens, die ik met groote moeite verzamelde, uit te breiden en hier weer te geven.

Het chloorgehalte is in elk water door titratie met nitrargenti gemakkelijk te bepalen. Opgaven hierover zijn dan ook betrekkelijk het veelvuldigst.

1) A. STEUER. Planktonkunde, pag. 39.

2) KNUDSEN, OSTENFELD u. HANSEN. Ann. Hydrogr. u. Mar. Meteor. 24, 1896. en C. KNAUTH, Biol. Cbl. Bd. 19, 1899.

In onderstaande tabel zijn opgaven over het Cl-gehalte van het water in en rondom Amsterdam bijeengebracht.

PLAATS	CHLOOR- GEH. IN GR. PER LITER	DATUM	AUTEUR	OPMERKINGEN
1. ZUIDERZEE.				
Marken max.	6.09	XI '03	v. Breemen ¹⁾	
min.	4.73	III '04	"	
max.	8.01	II '09	Meded. Visscherij	
min.	1.43	XII '04	"	
Durgerdamm.hoofd. max.	6.99	III '99	v. Ketel	
min.	1.60	V '99	"	
gem.	3.98			uit 25 waarn.
max.	5.74	10 IX '10	opg.dir.gez.heidsd.	a/d. oppervlakte
min.	2.80	10 XII '10	"	idem idem
gem.	4.27	"	"	van 24 waarn.
Syph. bij Zeeburg . max.	6.12	IX '10	"	
min.	1.68	I '11	"	
gem.	3.85		.	
2. BINNENSTAD A'DAM.				
Scheepvaartkanaal . . .	4.122	III '90	A. Klein	
N. Heerengracht	1.698	IX '89	"	
Lijnbaansgracht.	1.176	III '90	"	
	3.296	X '14	Wibaut ²⁾	
	2.770	XI '14	"	
max.	7.24	18 XI '14	"	{ monsters gen. ge- durende een week op 't zelfde uur
min.	3.66	13 XI '14	"	
Keizersgracht.	1.164	XI '89	A. Klein	
O. Z. Achterburgwal. . .	0.702	I '90	"	
Westerkanaal. . . . max.	4.26	23 XI '14	Wibaut	{ monsters gen. ge- durende een week
min.	3.59	26 XI '14	"	
Dijksgracht.	1.96	17 XI '05	versl. gez.heidsd.	
Kloveniersburgwal. . . .	2.54	5 X '98	Stokvis ³⁾	
3 BUITENSTAD A'DAM.				
Singelgracht	1.596	VIII '89	A. Klein	
" bij Oosteinde.	2.166	IX '14	Wibaut	
" bij R.museum	2.435	IX '14	"	
" Fred. H. Pls.	2.372	IX '14	"	
" Muiderpoort.	2.183	14 IX '14	"	
" " "	1.135	I '14	"	
Amstel.	0.528	II '90	A. Klein	
" bij den Omval .	0.62	III '11	Ringeling	
" " "	0.332	VII '11	"	

¹⁾ P. J. v. BREEMEN, Proefschrift 1905. ²⁾ Dr. J. P. WIBAUT. ³⁾ C. G. STOKVIS, Proefschrift 1899.

P L A A T S	CHLOOR- GEH. IN GR. PER LITER	DATUM	A U T E U R	OPMERKINGEN
Amstel bij den Omval .	3.128	IX '11	Ringeling	{waarsch. zoo hoog {door spuiwater
„ Halfweg 't Kalfje	1.104	XI '14	Wibaut	
„ Omval	1.048	XI '14	„	
„ t. o. „de Hoop” .	2.081	XI '14	„	
v. Lennepkade	0.426	XI '89	A. Klein ¹⁾	
de Costakade	0.402	IX '89	„	
Zaagmolensloot	0.588	I '90	„	
Ringvaartkanaal	0.295	I '06	Wibaut	
„	0.814	II '06	„	
4. HET IJ.				
bij Heemstede Obelt . .	3.9	VII '06	versl. gez.heidsd.	
Vischhal	3.83	VI '06	„	
„	3.83	—	„	
„	4.23	—	„	
5. NOORDZEE.				
bij de kust	16.094	1913	v. d. Sleen ²⁾	
in volle zee	19.380	1913	„	

De saliniteit van de Noordzee en het IJ geeft geen aanleiding tot opmerkingen. Het zoutgehalte van de Zuiderzee echter wisselt, zooals bekend is zeer. Vergelijkt men geregeld verzamelde analyses, dan blijkt er in de kom van de Zuiderzee geenszins een gemiddeld chloorgehalte gevonden te kunnen worden, dat voor Urk, Marken, de Lemmer en Zeeburg hetzelfde is. Die vier streken van dit kleine brakwatergebied hebben elk voor zich hun eigen gemiddelde.

Het Cl-gehalte ter plaatse varieert zoo sterk, dat men naar een oorzaak gezocht heeft. Voor het gedeelte dat ons voor 't oogenblik het meest interesseert, t. w. de inham die tusschen Muiden, Zeeburg en Durgerdam ligt, heeft v. KETEL ³⁾ de oorzaak der wisseling meenen te moeten zoeken in de windrichting. Uit een groot aantal waarnemingen bij monsters, 2 maal per week genomen in de Durgerdammer haven, besluit hij, dat er verband bestaat, behoudens enkele onverklaarbare uitzonderingen, tusschen het chloorgehalte van het Zuiderzeewater en de windrichting, zoodat bij *noordelijken* wind een *rijzing*, bij *zuidelijken* een *daling* der

¹⁾ De opgaven van A. KLEIN zijn genomen uit het handschrift van een onuitgegeven antwoord op een prijsvraag v. d. Amst. faculteit van geneeskunde in 1889 over de oorzaken der vervuiling van de openbare wateren.

²⁾ W. G. N. v. d. SLEEN. Bijdrage tot de kennis der chemische samenstelling van het duinwater in verband met de Geo.-min. gesteldheid van den bodem, 1912.

³⁾ v. KETEL. Tijdschr. v. toegep. Scheik. Hygiene Deel II 98-99.

saliniteit merkbaar is. Zoo was na aanhoudende N. en N.O. winden 26 Maart 1899 een maximum Cl.-gehalte waar te nemen van 11.65; een minimum op 4 Mei van 1.67 Gr. Na Cl. per L. na voortdurende Z. en Z.O. winden.

Een duidelijke jaarlijksche wisseling in saliniteit is ook op te merken in de gegevens gepubliceerd in de Mededeelingen over visscherij. Rangschikt men deze dagelijksche gegevens, zooals door REDEKE en RINGER¹⁾ is gedaan voor een bepaald punt in de Zuiderzee, bijv. voor Urk, dan merkt men 2 maxima op, één in October, één in December en een uitgesproken minimum in Maart-April. Deze getalsterkten loopen gelijk op met die der waterhoogten op datzelfde punt, zoodat de beide gegevens, grafisch voorgesteld, elkaar nagenoeg dekken.

Het minimum in Maart-April wordt door de onderzoekers toegeschreven aan overvloedig rivierwater. De maxima in October en December willen zij wijten aan periodieke opstuivingen van Noordzeewater, die volgens PETTERSSON²⁾ haar oorsprong hebben in den Atlantischen Oceaan.

Deze verklaringen omtrent de fluctuabiliteit in zoutgehalte van Zuiderzeewater verduidelijken zeer waarschijnlijk niets voor de schommelingen in saliniteit van het water vlak bij Zeeburg. In de gegevens hierover, die voor den Dienst der Publieke Werken hieromtrent verzameld zijn halfmaandelijks, later eenmaal per maand³⁾, merkt men wel eenige stijging en daling op. De invloed van aanhoudende winden uit ééne richting zal stellig de cijfers iets beïnvloeden kunnen hebben. Doch het kan van groot belang zijn om eens een oogenblik nauwkeurig na te gaan, of het *uitgelaten stadswater* eenigen directen invloed op het Cl.-gehalte in de onmiddellijke nabijheid van de plaats van loozing heeft.

De uitgelaten hoeveelheid is gedurende de wintermaanden tengevolge van den hoogen waterstand van den Amstel belangrijk méér dan in den zomer. Het gemiddelde aantal M³. water per maand uitgelaten ter wille van de waterverversching bedraagt altijd ongeveer 3.000.000 M³. Het meerdere wordt aangegeven als afgevoerd voor „te hoogen waterstand”. Dit hooge water is het gevolg van de najaars- en winterregens en het verwondert ons daarom niet, de hoogste getallen daarvoor te vinden in December en Januari (zie grafische voorstelling). De invloed van het stadsgrachtwater, feitelijk polderwater van Amstelland, op de Zuiderzee bij Zeeburg zal zich, zoo hij bestaat, uiten in een *minimum* zoutgehalte in *December-Januari*. Geheel in tegenstelling met de voor 't overige Zuiderzeewater geconstateerde minimum in *Maart-April*, daar dit vooral veroorzaakt wordt door rivierwater, dat eerst door het smelten van sneeuw in het hooggebergte overvloedig wordt aangevoerd. De weinige en broksgewijze verzamelde gegevens over het Cl.-gehalte van het water bij Zeeburg geven nu werkelijk een minimum

1) Rapport over Onderzoekingen betreffende de Visscherij in de Zuiderzee. Dr. H. C. REDEKE 1907, Bijlage IV.

2) O. PETTERSSON. Svenska Hydrografisk Biologiska kommissionens Skrifter. II. 1906.

3) Wat feitelijk minder betrouwbare beelden geeft.

in December-Januari. Het ware de moeite waard, evenals dat bij de uitstekende waarnemingen voor de overige Zuiderzee het geval was, ook eens op deze plaats de *dagelijksche* schommelingen na te gaan. Doch in de thans bijeengebrachte gegevens hebben wij reeds een aanduiding, dat althans eenige invloed van het stadswater op de chemische samenstelling van het water bestaat. Is oogenschijnlijk het uitgemaal en thans ook door de persbuis aangevoerde water een „druppel in een emmer” ¹⁾, plaatselijk heeft dit dus een goed merkbaaren invloed. De bijgevoegde grafische voorstelling, waarop ook de schommelingen in zoutgehalte van het water bij Urk zijn aangeteekend, vergemakkelijkt het overzicht.

1) Ziehier een zooveel mogelijk nauwkeurige berekening van „dien druppel” in de zee.

Stadswater gemiddeld per dag in de Zuiderzee gevoerd; in Dec. max. 230.000 M³.

Idem idem; in Mei min. 93.600 „

Neemt men een straal van 5 K.M. van af de syphons in de Zuiderzee en neemt men aan, dat de kusten van den ingang van het IJ ongeveer een hoek van 45° maken (zie kaart), dan is het wateroppervlak van 5 K.W. ver in zee

$$\frac{\pi R^2}{8} = \frac{3,14 \times 5000^2}{8} = 0,4 \times 25.000.000 \text{ M}^2 = 10.000.000 \text{ M}^2$$

Stort men hierover de max. hoeveelheid stadswater 230.000 M³. uit, dan verhoogt dat den waterstand met 2,3 cM., de min. hoeveelheid 93.600 M³. met 0,94 cM., terwijl het verval van eb en vloed 38 cM. is.

De hoeveelheid vuil stadswater verhoudt zich, daar het oppervlak gelijk is, tot de hoeveelheid zeewater, 2 × daags door eb en vloed over datzelfde rayon uitgestort, als

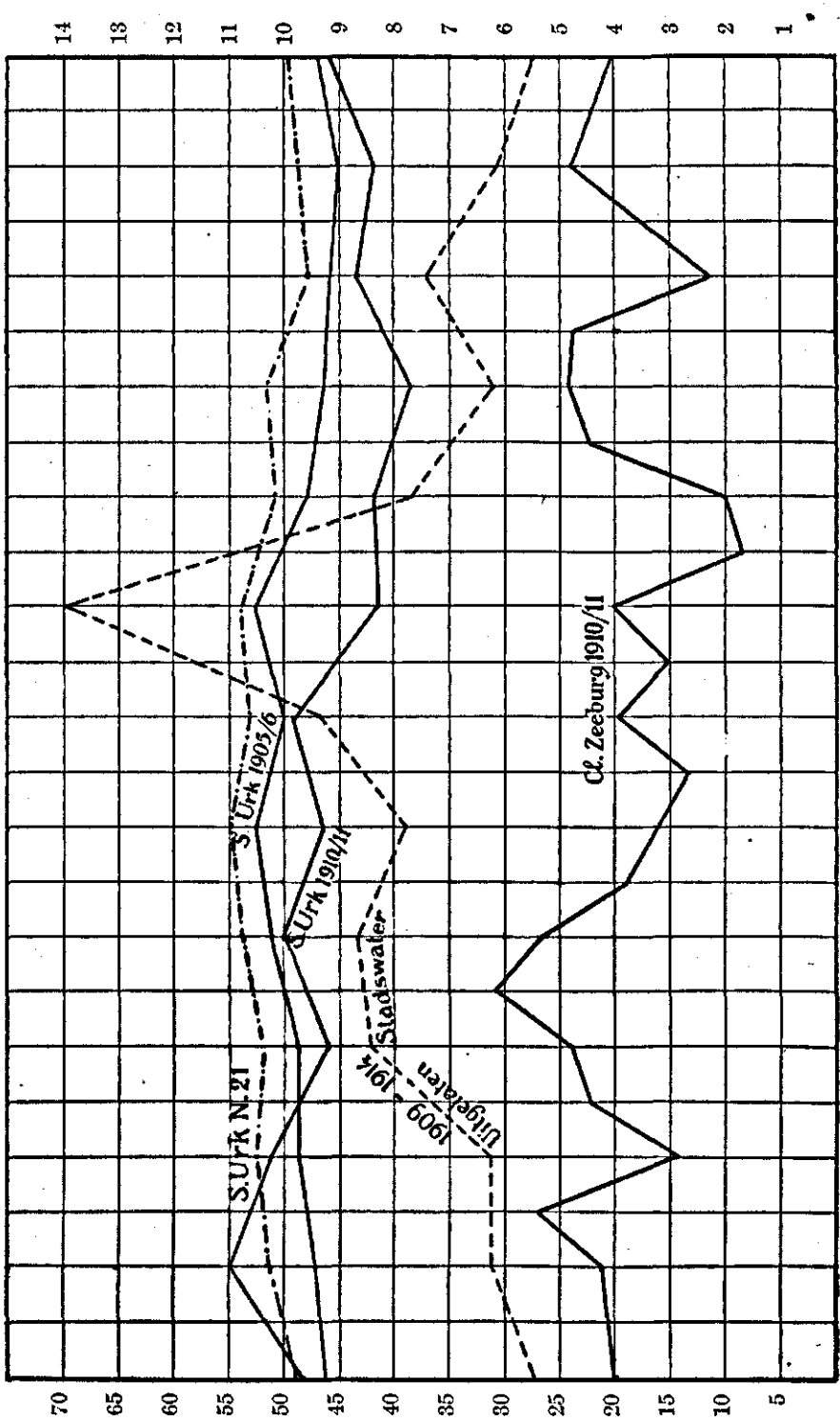
$$2,3 : 2 \times 38 \text{ of als } 23 : 760 \text{ is dus } \pm \frac{1}{30} \text{ max. of } 3,3\%$$

$$0,94 : 2 \times 38 \text{ „ „ } 94 : 760 \text{ „ „ } \pm \frac{1}{80} \text{ min. „ } 1,25 \%$$

GRAFISCHE voorstelling ter vergelijking van het chloorgehalte van het water bij Zeeburg (1910/1911) met de saliniteit van het bij Urk in 1905/1906 en 1910/1911 en met het maandgemiddelde van de laatste 21 jaar (S. Urk N. 21), in grammen per liter, in verband met het gemiddeld bij Zeeburg uitgelaten Stads- en Amstelveelwater, in 10.000-den M³.

10.000-den M³
uitgelaten
stadswater

Zoutgehalte
of chloor
in gr. p. liter



Mei Juni Juli Aug. Sept. Oct. Nov. Dec. Jan. Febr. Mrt. April

Men ziet hieruit, hoe veel meer dan bij Urk de getallen bij Zeeburg uiteenloopen, en dat het maximum van het uitgelaten water vrijwel valt op hetzelfde tijdstip als het laagst waargenomen Cl-gehalte. Mag men uit deze gegevens besluiten, dat het stadswater een plaatselijke, *blijvende* verzoeting van de Zuiderzee veroorzaakt?

Buitengewoon belangrijk in verband met een direct waarneembare verzoeting van de Zuiderzee door eenig naburig watergebied zijn de opgeteekende getallen voor Urk en de Gouwzee bij Marken.

Door bemiddeling van den directeur van het Rijksinstituut voor het Onderzoek der Zee, zijn mij van die plaatsen de sedert 1894 opgeteekende maandgemiddelden, berekend uit dagelijksche gegevens, verstrekt.

De bij Urk en Marken sedert 1913 en begin 1914 gevonden maandgemiddelden geven ontegenzeggelijk lagere getalen voor saliniteit, dan in de jaren te voren, en bij al te vlugge conclusies zou men geneigd zijn deze toe te schrijven aan een invloed van de naburige stadslaozing.

In niet geringe mate echter waarschuwt deze over 20 jaren loopende tabel ons tegen vroegrijpe gevolgtrekkingen.

De gegevens over de saliniteit van het water bij Urk en bij Marken, vanaf 1894, het eerste jaar van het verschijnen van de mededeelingen over visscherij dagelijks opgeteekend, doen zien, dat wij voorzichtig moeten zijn met dergelijke conclusies. Vergelijkt men de onderstaande getallen, die de gemiddelde maandelijksche saliniteit aangeven, met elkaar, dan ziet men dat over al die jaren steeds een minimum valt in Juli en Augustus en een maximum in de wintermaanden. Vanaf het voorjaar 1914 is het zoutgehalte onder het gemiddelde en dit blijft zoo in den winter en in het jaar 1915. Wij zouden geneigd zijn deze daling, die ongeveer 20 % bedraagt, toe te schrijven aan de nieuwe rioleering, die het „zoete” rioolwater zoo veel verder in de zee brengt dan zooals vroeger, toen het langs de syphonkokers de stad verliet. Uit geregeld gedane *dagelijksche* waarnemingen — en deze hebben voor een zoo wisselvallig milieu als de Zuiderzee alleen waarde — blijkt, dat in den loop der laatste 21 jaar een zoo opmerkelijk laag zoutgehalte bij Marken wel meer werd gevonden. Zoo in de jaren 1897, 1902, 1906, 1911. Met deze telkens en oogenschiijnlijk onregelmatige afwisseling in hooger en lager zoutgehalte, mogen wij het feit, dat ook thans weer de Gouwzee een minder soortelijk gewicht heeft, geenszins

GEMIDDELD ZOUTGEHALTE VAN HET ZUIDERZEEWATER BIJ MARKEN
(GOUWZEE) IN DE VERSCHILLENDE MAANDEN VAN DE JAREN 1894—1915.

JAAR	Jan.	Feb.	Mrt.	Apr.	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1894	14.1	14.1	13.5	12.8	13.1	12.3	12.--	12.6	13.3	10.7	10.8	11.-
1895	12.4	11.5	10.5	11.1	9.8	7.5	8.--	9.2	10.8	11.-	11.5	13.3
1896	12.7	12.9	12.5	12.4	11.3	7.3	8.4	8.8	8.3	8.8	8.6	7.8
1897	8.7	8.1	10.1	8.3	7.9	7.1	7.4	8.-	9.-	8.9	7.9	9.9
1898	11.2	12.8	12.9	10.8	9.1	9.9	9.8	9.1	8.6	7.6	8.8	11.3
1899	12.1	12.5	11.7	12.1	11.--	9.5	8.4	8.1	8.7	12.4	12.4	12.4
1900	11.8	11.5	11.-	8.9	9.8	9.6	9.7	10.1	9.7	9.7	11.2	11.5
1901	12.9	14.2	13.-	11.3	10.4	6.8	7.6	7.2	7.7	7.6	7.7	9.2
1902	9.6	9.4	8.9	8.7	8.1	7.8	7.6	7.3	7.4	6.6	8.-	8.--
1903	9.9	9.8	9.4	10.-	9.7	1.4	8.9	10.9	10.9	9.9	10.5	9.6
1904	10.-	10.1	9.7	8.7	9.3	9.2	8.7	8.8	8.8	8.9	9.4	2.6
1905	13.9	14.4	12.7	13.4	12.7	10.83	9.9	10.7	11.7	11.5	10.-	9.7
1906	9.7	10.-	10.3	9.6	8.5	8.8	7.7	7.2	7.5	7.2	7.5	10.8
1907	11.-	11.5	13.4	12.3	11.2	10.7	10.7	11.4	11.7	10.2	10.2	11.6
1908	11.7	13.8	12.1	12.8	11.1	12.8	11.4	10.8	10.9	11.6	11.4	11.2
1909	12.9	14.5	12.4	12.-	12.7	12.4	11.2	13.2	13.2	12.3	12.-	11.2
1910	10.6	9.6	9.4	7.4	8.4	9.1	9.7	10.-	10.4	7.8	7.9	7.8
1911	8.4	9.1	9.7	9.2	8.9	8.9	8.9	9.7	9.1	9.9	14.1	14.3
1912	13.9	12.8	14.4	14.-	13.4	11.8	12.9	12.9	13.-	9.6	11.1	11.2
1913	11.-	10.2	11.1	10.-	9.3	9.7	11.8	10.5	8.3	7.6	9.9	13.3
1914	13.4	11.4	10.9	10.6	9.8	9.1	8.-	8.6	7.5	8.3	8.-	9.-
1915	9.2	8.7	9.0	8.8	6.8	6.4	6.0	7.5	8.1	7.4	7.-	7.1
N ₂₀ Marken .	11.4	11.7	11.6	10.9	10.4	9.8	9.5	9.7	9.9	9.5	10.-	10.5
N ₂₁ Urk . .	10.1	10.2	9.6	9.7	9.9	10.5	10.4	10.8	81.1	10.7	10.8	10.3

GEMIDDELD ZOUTGEHALTE VAN HET ZUIDERZEEWATER BIJ URK IN DE
VERSCHILLENDE MAANDEN VAN DE JAREN 1894—1915.

JAAR	Jan.	Febr.	Mrt.	Apr.	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1894	12.3	12.2	11.2	11.2	11.7	12.4	12.2	12.3	11.7	11.8	10.4	11.9
1895	11.4	--	8.6	7.5	8.3	8.8	9.4	11.1	10.2	11.6	11.2	11.3
1896	9.9	10.2	9.5	9.9	10.3	9.3	9.1	8.7	7.8	8.5	7.1	7.3
1897	6.3	7.9	5.3	6.5	6.7	6.6	8.4	7.5	10.3	8.8	8.8	11.1
1898	11.7	11.9	11.0	9.5	10.2	9.1	9.0	8.3	9.4	9.5	11.0	11.8
1899	11.1	9.7	10.4	10.5	10.6	10.8	10.4	10.5	12.2	12.0	11.3	12.8
1900	11.3	9.0	9.3	9.3	9.3	8.8	9.2	10.2	10.9	10.5	9.9	10.6
1901	9.6	13.2	10.8	9.0	10.3	11.6	11.1	10.7	10.6	10.5	9.8	9.7
1902	8.1	9.2	6.5	6.8	7.8	6.2	7.0	8.1	8.2	8.9	8.7	7.7
1903	7.4	7.7	8.3	11.0	8.5	9.9	11.1	9.6	9.7	9.7	10.4	9.0
1904	8.5	8.1	7.2	6.5	7.1	8.3	9.6	10.2	10.9	11.9	11.8	12.9
1905	13.9	13.9	12.3	11.8	11.9	12.3	12.7	12.1	12.8	12.9	9.9	9.7
1906	9.5	9.1	9.7	8.7	8.2	9.1	8.3	6.8	8.2	9.7	11.2	10.0
1907	--	12.3	9.5	10.1	9.6	8.8	10.6	9.2	11.5	12.3	12.8	14.9
1908	12.9	11.8	11.7	11.6	11.5	10.8	13.0	13.4	11.1	12.7	13.4	14.4
1909	13.2	12.1	11.9	12.2	13.0	13.3	13.7	13.3	12.5	11.8	12.5	11.1
1910	10.2	9.4	8.1	9.4	9.8	11.0	10.2	9.1	10.0	9.4	9.9	8.1
1911	8.2	7.9	8.8	8.6	10.3	10.1	12.1	12.5	14.5	13.8	12.7	13.3
1912	12.4	12.1	11.9	12.4	13.4	13.2	13.0	14.0	13.3	11.9	12.7	10.1
1913	10.7	10.3	9.7	10.8	11.3	10.9	12.3	11.3	11.7	11.2	12.2	11.6
1914	10.8	9.2	9.2	8.7	9.4	9.8	9.4	10.4	10.4	10.0	8.8	9.1
1915	8.7	7.1	7.5	7.6	8.1	6.9	8.9	10.0	10.2	8.7	9.5	9.2
N ₂₁	10.1	10.2	9.6	9.7	9.9	10.3	10.5	10.4	10.8	11.0	10.7	8.10

direct toeschrijven aan invloed van stadsrioolwater. Waarnemingen over een langer tijdsverloop zouden daarvoor noodig zijn.

Toch schijnt er aanleiding te zijn, wel degelijk van een geringe verzoeting van het geheele Zuiderzeebekken te spreken. Afgezien dus van de schommelingen, die de tabel aangeeft, neemt men waar, dat het water in 't algemeen tegenwoordig minder zout is dan eenige tientallen van jaren geleden. Als een verklaring hiervoor is door Dr. H. C. REDEKE genoemd het verplaatsen van groote zandbanken in de Noordzee, die de noordelijke zeegaten zouden versperren en het rijkelijk toestroomen van Noordzeewater zouden belemmeren.

Het water, voorkomende in de oude en nieuwe stad zelve, moge nu nog wat nader beschouwd worden. In de tabel op bladz. 22 zijn alleen gegevens over het chloorgehalte opgenomen. Men is gewoon het chloor door titratie met nitras-argenti-oplossing te bepalen en beschouwt de zoo gevonden saliniteit als een maat voor het brak-zijn en neemt daarbij stilzwijgend aan, dat de verhouding van chloor tot de overige zouten zal zijn als in zeewater; dat met andere woorden de zouten in het zoete water, waarmede het zeewater verdund werd, zeer weinig gewicht in de schaal leggen. Voor brakwater is dat bij nader onderzoek geenszins het geval. Ik herinner o. a. aan het belangrijk onderzoek van W. E. RINGER over dit onderwerp ¹⁾. Eerst kon hij voor Noordzeewater een vrijwel constante samenstelling aantoonen, hoewel de Noordzee minder zout is dan de Atlantische Oceaan. Voor dezen laatsten is door de Challenger expeditie de verhouding der zeezouten nauwkeurig bepaald. De 35 gr. zouten, welke Oceaanwater bevat, zijn te onderscheiden in :

Na Cl	27,213 ²⁾	daaruit berekend	Cl.	19,33
Mg Cl ₂	3,807		SO ₃ .	2,24
Mg SO ₄	1,658		Ca O.	0,58
Ca SO ₄	1,260		Mg O.	2,241
K ₂ SO ₄	0,863	en de verhouding	SO ₃ : Cl.	= 1 : 8,08
Ca CO ₃	0,123		MgO : Ca O	= 1 : 0,26
Mg Br ₂	0,076		Ca O : Cl	= 1 : 32,99

Voor Noordzeewater geldt nagenoeg dezelfde verhouding. Voor Zuiderzeewater echter vond v. D. PLAATS, dat het chloorgehalte niet meer in dezelfde verhouding stond tot de overige zeezouten als bij Noordzeewater. *Het zoutgehalte was hooger dan uit de chloor bepaling zou moeten worden afgeleid.* De verandering in de verhouding van Cl. en specifiek gewicht ³⁾ is te wijten aan de groote hoeveelheden rivierwater, die het Zuiderzeewater plaatselijk verdunnen. De stoffen, wier onderlinge verhouding in dit

¹⁾ Dr. W. E. RINGER, Over de constantheid van samenstelling van het zeewater. Jaarboek Rijksinstituut voor het onderzoek der zee, 1905, blz. 112, Heider 1900.

²⁾ A. STEUER, Planktonkunde pg. 29.

³⁾ Voor normaal zeewater is de betrekking tusschen saliniteit en chloorgehalte deze: $S = 0,030 + 1,805 \text{ Cl}$.

geval wordt gewijzigd, zijn vooral Cl, CaO, SO₃ en MgO. RINGER¹⁾ onderzocht talrijke monsters Zuiderzeewater en vond als duidelijkste aanwijzing voor een sterke verdunning met rivierwater een aanmerkelijke toename van Ca, waaraan dat zoete water immers zoo rijk is.

Uit analyses van grachtwater blijkt eveneens, dat deze allerminst eenvoudig verdund zeewater zijn. Het heeft er niets van. Voor dit soort water is het chloor absoluut geen maat meer voor de saliniteit.

Eenige volledige analyses volgen hier:

IN MILLIGRAMMEN PER LITER.

HERKOMST VAN HET WATERMONSTER.	Cl	SO ₃	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂
Singelgr. b/d Mauritskade	1137,1	257,3	145,4	263,8	15,9	38,5	15
berekend	—	130,7	131,6	34,1	—	—	—
Lijnbaansgracht 1 . . .	3296	389	332	207	—	6,3	7,8
berekend	—	379	381	98,8	—	—	—
" 2	2770	337	164	129	—	11,4	143
berekend	—	318	320	83,1	—	—	—
Prinsengracht	3275	414	219	380,6	5,4	1,9	10,6
berekend	—	405	378	98	—	—	—

Het water uit de Singelgracht bijvoorbeeld bevatte op dat oogenblik 1137,1 milligram chloor per L.; berekent men de overige zouten in de verhouding zooals zij in verdund zeewater zouden moeten voorkomen, dan vindt men de vet gedrukte getallen. Het Singelgrachtwater bevat dus véél meer SO₃, nagenoeg evenveel MgO, en zeer veel meer CaO. De normale verhouding tusschen de zouten is in dit brakwater geheel verstoord. Minder sterk is dat het geval met Lijnbaansgrachtwater. Dit bevat voornamelijk meer CaO, terwijl het Mg-gehalte te laag is. Het mag ons niet verwonderen, dat het Lijnbaansgrachtwater meer de normale verhouding der zeezouten bevat, dan de Singelgracht. Door die gracht (zie kaart) stroomt het ververschingswater voor de oude stad, dat dichtbij de plaats waar het monster genomen werd bij Zeeburg dagelijks wordt binnengelaten. Maar het water uit de Singelgracht komt uit het nieuwe stadsgedeelte en komt rechtstreeks eigenlijk nimmer met zeewater in aanraking. Het is hier de vraag, of dit water wel met zeewater te vergelijken is en of de zouten, die de analyses aantonen, zeezouten zijn, dan wel of het Cl, SO₃ en CaO ook afkomstig kunnen zijn van sterke vervuiling.

Hoezeer de verhouding der componenten van dat grachtwater ten opzichte van zeewater verschilt, doet de navolgende tabel zien:

¹⁾ RINGER. Rapport Zuiderzee 1907, bijlage IV.

IN MILLIGRAMMEN PER LITER¹⁾.

HERKOMST VAN HET WATERMONSTER.	Cl	SO ₃	CaO	MgO	SO ₃ /Cl	MgO/CaO	CaO/Cl
Atlantische Oceaan. . .	19930	2317	604	2323	1:8.6	1:0.26	1:32.9
Noordzeewater, volle zee	19380	2200	590.4	2160	1:8.8	1:0.27	1:32.8
Zuiderzee, Muiderzand .	4830	574	203	555	1:8.4	1:0.36	1:23.8
" o/d Knar a .	4640	544	197	533	1:8.5	1:0.37	1:23.5
" b .	4500	—	—	—	—	—	—
" Dw. v. Marken	7510	882	278	888	1:8.5	1:0.33	1:27
" bij Marken .	4800	—	—	—	—	—	—
Pl. Lijnbaansgracht a .	3206	389	207	332	1:8.47	1:0.6	1:15.9
" b .	2770	337	129	164	1:8.19	1:0.78	1:21.5
Prinsengracht	3275	414	219	380.6	1:7.9	1:0.57	1:15
Singelgracht	1135	214	265	146	1:5.3	1:1.8	1:4.29
Ringvaart a	295	373	294.5	77.7	1:0.8	1:3.8	1:1
" b	314	261	271	73.2	1:1.2	1:3.7	1:1.15
Duinwaterleiding gem. .	35	23.2	133.8	10.4	1:1.5	1:12.8	1:0.26
Vechtwater " "	160	3.8	113.5	18.8	1:4	1:8	1:1.41
Bronwater " "	14.5	3.9	—	—	1:3.9	—	—
Watergraafsmeer, leiding	312	spoor	190.1	33.7	—	1:5.64	1:1.64
Urine (TIGERSTEDT) . .	6000	1333	200	333	1:4.5	1:0.6	1:30
Faecaliën (KÖNIG) . . .	4000	500	—	600	1:8	—	—
Regenwater	3.5	5.9	2.2	0.7	1:0.6	1:3	—
Rivierwater: Lekkerkerk	54.9	14.4	68.3	16.4	1:3.8	1:4.1	1:0.8
" Woudrichem	54.2	31.6	80.3	16.4	1:1.71	1:4.8	1:0.67

De verhouding Cl en SO₃ is voor verdund zeewater nagenoeg steeds dezelfde, nl. 1:8.6. De hoeveelheid CaO stijgt naar de kust toe belangrijk. Maar voor de *nieuwe-stadsgrachten* vinden we een geweldige stijging der sulfaten en van het Calcium, en tegenover het Ca een verhooging van Mg. Het Cl-gehalte wijst dus naar de gewone wijze berekend alle zouten te laag aan. Wij mogen zelfs aannemen, dat voor een belangrijk deel Cl. en SO₃ afkomstig zijn van faecaliën en huishoudwater, daar die beide daarvan een hoog percentage bevatten. Het Cl. in de *nieuwe-stadsgrachten* is voornamelijk afkomstig van „keukenzout”, dat inderdaad de keuken of ons lichaam gepasseerd heeft!

Ook in de oude stad is het Cl. niet alleen afkomstig van zeewater, doch bij het betrekkelijk hooge chloorgehalte valt dat minder op.

Het is te verwachten, dat het biologisch leven in een dergelijk milieu zeer eigenaardig zal zijn en allicht een ander voorkomen heeft dan van de gewone brakwatergebieden (Oostzee, Kielerbocht en riviermonden, e.d.)

1) Zuiderzee- en rivierwater: RINGEB. Rapport Zuiderzee, 1907.

Ringvaart, Singelgracht, Lijnbaansgracht, Vecht: WIBAUT.

Noordzee

Duinwaterleiding } Proefschrift v. D. SLEEN.

Regenwater

Prinsengracht: Laboratorium van den Gezondheidsdienst.

IV.

BIOLOGISCHE GEGEVENS.

Een brakwatergebied ontstaat door samenvloeiing van zoet- en zoutwater. Meestal stroomt daarbij het zoete water in zee; in sommige gevallen echter, zooals bij het Kaiser Wilhelmkanaal, ondergelopen polderland in Zeeland, het Naardermeer, is zeewater binnengestroomd in een zoetwatergebied. Zeer zeker is de chemische samenstelling van dat mengwater niet eenvoudig en doen zich daarbij problemen voor, die o.a. door RINGER voor het Zuiderzeewater zeer aannemelijk zijn geanalyseerd en verklaard. De beide gebieden van brakwater, die ik hier nader zou willen beschouwen, zijn natuurlijk de stadsgrachten en het zuidelijke deel van de Zuiderzee. Zooals bleek uit het vorige hoofdstuk gaf de scheikundige analyse van dat water op zichzelf reeds aan, dat hier geen menging van zuiver zoetwater met zeewater plaats had gehad, maar dat dit zoetwater een grootere hoeveelheid zouten bevatte, dan gewoonlijk het geval is, en dat dit toegeschreven moet worden aan huishoudwater en faecaliën, die rijkelijk en ongestoord zich met het grachtwater mengden.

Voorloopig echter zou ik de scheikundige samenstelling willen laten rusten, om na te gaan hoe het met de levende organismen in dit water gesteld is.

Het zoete- en zoute water, dat elkaar in Amsterdam tegenstroomt zijn elk voor zich bevolkt. Het *zoete water* is voor een groot deel Amstelwater met een *plankton* en een aantal hoogere planten en dieren, die overeen zullen komen met dat van 't Noordhollandsch polderland. Voor een ander belangrijk deel bestaat het uit vervuild leidingwater. Aan plankton of sporen van hoogere planten en dieren is dit water zeer arm. Praktisch zullen zij er niet in voor komen. Nadat het de huizen verlaten heeft, is het echter beladen met bacteriën en schimmels en met sporen of eieren van die planten of dieren, die in de huizen of het menselijk darmkanaal voorkomen. De *Zuiderzee* is bewoond door een groot aantal planten en dieren, die eigenaardig is voor dit brakke water.

Wat is het lot van deze bevolking, de menging van Amstel-, (vervuild) leiding- en zeewater? We hebben na te gaan: 1^e den invloed van verandering in *saliniteit* (zouter worden voor het zoete water, minder zout voor het zeewater); 2^e dien van de *vervuiling*.

1^e. Welke is de invloed van het gewijzigde zoutgehalte?

Hoe gedraagt zich de zoetwaterbevolking wanneer het zoutgehalte stijgt?

In 't algemeen is gebleken, dat de meeste dieren van het zoete water zelfs een geringe verzouting zeer slecht verdragen.

Van het Zoö-plankton van het zoete water zijn er echter verscheidene, die zich aan de milieu-verandering weinig storen en talrijk in het brakwater worden aangetroffen (Raderdieren, Copepoden, Cladoceren). Niet bekend, althans mij niet, is of de vormen, die wij vinden, steeds nieuw aangevoerde zijn, dan wel of zij zich zoodanig thuis voelen, dat zij er zich ook voortplanten. Studie van het voorkomen van het plankton is vooral verricht uit materiaal uit de Kielerbocht, de Amazonenrivier, de Noordelijke Oostzee, Kaiser Wilhelmkanaal. Enkele hier weergegeven meeningen zijn conclusies uit wat men daar aantrof.

Van de zoetwaterplanten en met name van het *phytoplankton* weet men dat zij een hoogere saliniteit in 't algemeen goed verdragen. Wel treedt tengevolge van de hoogere zoutconcentratie bijna steeds plasmolyse op, maar deze wordt, zooals het schijnt, zeer lang verdragen. Vooral moet dit het geval zijn met de diatomeën. KARSTEN meent bijv. dat een groot aantal in het brakwater leven (*Fragillaria crotonensis*, *Diatoma elongatum*; *Melosira*, *Synedra*, *Asterionella*, *Tabellaria*, *Pleurosigma* soorten). Groote massa's *Aphanizomenon flos aquae* en *Nodularia* zijn in de brakke gebieden der Oostzee althans waargenomen. Van *Desmidiaceën* evenwel trof men nimmer een soort in brak water aan. Wel groenwieren (een 20-tal, waaronder *Botryococcus Pediastrum*, *Scenedesmus*); doch slechts enkele flagellaten en zeer veel infusoriën.

Het spreekt van zelf, dat die organismen, die de wisseling in zoutgehalte niet kunnen verdragen, of wegvluchten, of, zoo zij dat niet kunnen, op de plaats zelf sterven. Zoo geeft aan den mond van een in zee stroomende rivier het bij massa's sterven van zoetwatervormen daar aanleiding tot een „likenregen”, die de vruchtbaarheid van het water door vermeerdering van organische stoffen op die plaats niet weinig verhoogt.

Wat is de invloed van sterke daling in zoutgehalte op de marinebevolking en in 't bijzonder op al wat in het Zuiderzeewater leeft.

Zeedieren in 't algemeen zijn minder gevoelig voor verzoeting van het water. Verscheidene komen bij voorkeur in water van een lager zoutgehalte voor. Enkele gaan zelfs zoover, dat zij, oorspronkelijk marien, langzaam het land intrekken, actief of passief meegevoerd aan schepen of met dieren (*Cordylophora lacustris* Allm., *Neritina fluviatilis*, *Podon*, e. a.).

Het Zuiderzeep plankton, zoowel dierlijk als plantaardig, zal al zeer weinig gevoelig zijn voor een ietwat hooger of lager zoutgehalte. De vormen, die er voorkomen, zijn aan een wisseling in zoutgehalte gewend, daar het Zuiderzeewater nergens constant is en zelfs de gemiddelden elke maand, zomer en winter, ja dagelijks met eb en vloed wisselen. Al die typische Zuiderzeebewoners zullen dus een nog wat sterkere verdunning met Amstel- en leidingwater zonder nadeel verdragen. Ook de Oostzee met een sterk wisselende saliniteit heeft een aantal vormen, die onverschillig lijken voor dien factor. Men pleegt ze *euryhalien* te noemen.

De schadelijke invloed van het brakwater is in het gegeven gebied niet

zoo heel groot, omdat 1^e het zoete water voor een voornaam deel zelf uit leidingwater, dus nagenoeg onvruchtbaar aan planktonten, bestaat; 2^e het Zuiderzeewater reeds zóó brak is en chemisch zoodanig veranderlijk, dat al de daarin voorkomende vormen euryhalien zijn.

Elk brakwatergebied zal echter toch armer aan soorten zijn dan het aangrenzende zoetwater of zeegebied. Het zal bevatten:

1^o toevallig daarin voorkomende marine-vormen;

2^o toevallig daarin voorkomende zoetwater-vormen;

3^o in hoofdzaak aan het milieu gewende vormen, de *typische brakwater-vormen*, die vooral bestaan uit euryhaline diervormen uit zee afkomstig en een belangrijk aandeel zoetwater-phytoplankton. Zooals wij later zullen zien, kunnen wij deze indeeling maken voor elke brakwater-bevolking.

2e. Hoe doet zich de invloed der vervuiling gelden? In de grachten was zij een zoodanige dat zuurstofgebrek intreedt. Gemis aan zuurstof is voor nagenoeg alle planktonten doodelijk. Een groote sterfte van alle passief meegevoerde wezens zal het gevolg zijn, en gelijktijdig vluchten de hoogere bewegelijke vormen weg. Is de vervuiling niet zoo sterk, zooals in het oostelijk stadsgedeelte en in de oostelijke buitenstad, dan wordt dat milieu geschikt voor die vormen, welke niet al te kieskeurig zijn op de zuiverheid van het water.

Welke planktonten in de grachten leven is weinig bekend. Waarschijnlijk kennen de bacteriologen de voornaamste en belangrijkste bacteriën. Van andere organismen vond KLEIN¹⁾ het volgende:

Zeer rijk aan pantsers van *diatomeën* waren: da Costakade, Jac. v. Lennepkade, Houtzaagmolensloot.

Eieren van *Ascaris lumbricoides* (spoelworm) in: Singelgracht en Lijnbaansgracht.

Rotiferen: *Rotifer vulgaris* in alle wateren behalve Jac. v. Lennepkade, O. Z. Voorburgwal en Keizersgracht. Een onbekende species in de Singelgracht.

Infusoriën in alle wateren zonder uitzondering, vooral *Cercomonas*, holo- en heterotrichen; de meeste kwamen voor in Houtzaagmolensloot, Jac. v. Lennepkade, Da Costakade, Amstel.

Chlorophyllhoudende waterplanten in grooten getale in da Costakade Houtzaagmolensloot en Amstel. In andere wateren sporadisch.

Chlorophylllooze waterplanten kwamen in ontelbaar aantal uit een enkelen droppel water, onverschillig waar vandaan, te voorschijn.

Cladotrich, overal, meestal geelbruin door ijzerafzetting in de scheeden; overal *Beggiatoa*; bacteriën in zeer groot aantal.

Ook een zeer groote soort *spiril* met $4\frac{1}{2}$ winding trof hij aan, vooral in Singel- en Heerengracht en O. Z. Voorburgwal.

Verder was Prof. M. WEBER zoo welwillend mij een lijstje ter hand te stellen van visschen, die door den heer KRUIZINGA, van 1891—1899 administrateur van het Amsterdamsche Entrepôtdok, gevangen en

¹⁾ ALEX KLEIN. Onuitgegeven handschr. v. e. antw. op een prijsvraag 1889.

door Prof. M. WEBER gedetermineerd werden. Een zéér merkwaardige lijst is dat. Er komen brakwatervormen op voor (spiering, ansjovis), maar daarnaast echte zeedieren (haring, geep, schol, tong) en typische zoetwatervormen (baars, grondel, alver, voorn, brasem). De zeevormen zijn door het IJ of de syphonkokers met spuiwater meegekomen; die uit het zoete water waarschijnlijk met Amstelwater; vooral deze laatste hebben een sterk vervuild gebied moeten passeeren.

De saliniteit van het Entrepôtdok was toen evenmin bekend als thans, maar ze zal wel dezelfde onregelmatige hooger en lagere waarden gehad hebben als de overige grachten vermoedelijk hadden. Al de genoemde visschen verdroegen blijkbaar dat uiteenloopende zoutgehalte. Wij kunnen de gevonden soorten aldus rangschikken:

GASTEN UIT HET ZOUTE WATER.	GASTEN UIT HET ZOETE WATER.	BRAKWATERVORMEN.
3. <i>Clupea harengus</i> (L.)	1. <i>Leuciscus rutilus</i> (L.)	2. <i>Osmerus eperlanus</i>
4. <i>Belone belone</i> (L.)	1. " <i>idus</i> (L.)	1. <i>Engr. encrasicolus</i>
1. <i>Spinachia spinachia</i> (L.)	2. <i>Abramis brama</i> (L.)	(L.)
2. <i>Syngnathus acus</i> (L.)	2. <i>Alburnus alburnus</i> (L.)	<i>Gobius minutus</i> L.
1. <i>Siphonostoma typhle</i> (L.)	2. <i>Gobio fluviatilis</i> Ag.	
1. <i>Gadus merlangus</i> (L.)	1. <i>Gasterosteus aculeatus</i> (L.)	
1. <i>Pleuronectes platessa</i> (L.)	1. <i>Gasterosteus pungitius</i> (L.)	
1. <i>Solea solea</i> (L.)	2. <i>Perca fluviatilis</i> (L.)	
2. <i>Acerina cernua</i> (L.)		
1. <i>Trachinus draco</i> (L.)		
1. <i>Zoarces viviparus</i> (L.)		
1. <i>Cottus bubalis</i> Euphr.		
<i>Cottus scorpius</i> (L.)		

De cijfers vóór de namen geven het aantal exemplaren aan.

Men ziet een groote verscheidenheid en het is waarschijnlijk, dat, indien de stadsgrachten minder sterk vervuild waren, verscheidene dezer soorten ook in het grachtwater zouden kunnen bestaan.

En welken invloed heeft nu het vuile water op de Zuiderzeebevolking? Met onze kennis over plankton en fauna van de Zuiderzee staat het geheel anders. Geregelde en uitvoerige gegevens zijn neergelegd in het Rapport over onderzoekingen betreffende de visscherij in de Zuiderzee, ingesteld in de jaren 1905 en 1906, door Dr. H. C. REDEKE, waarnemend wetenschappelijk adviseur in visscherijzaken, in 1907 uitgegeven door het Ministerie van Landbouw, Nijverheid en Handel. Hierin staan 308 waarnemingen, gedurende die jaren en op de meest verschillende plaatsen gedaan, opgeteekend. In de bijlagen staan bijzonderheden en conclusies uit de afzonderlijk opgeteekende analyses van elke waarneming. Zeer onvolledig behandeld zijn de bodemvormen (wormen en mollusken), waarover nagenoeg geen mededeelingen te vinden zijn; ook het gebied ten westen van den Pampus, dat juist in verband met de onmiddellijke nabijheid van het stadsgrachtwater ons zou interesseeren, is niet nader onderzocht.

Ik heb uit de waarnemingen nu diegene genomen, in het aangrenzende gebied gedaan, n.l. die van Marken (Gouwzee), Muiderzand en de Knar, omdat het waarschijnlijk is, dat het stuk bij Zeeburg ongeveer dezelfde vormen zal bevatten.

SOORTEN.	Waargenomen 1905—1906 bij Marken 14 waarnemingen	Waargenomen op de Knar 14 waarnemingen	Waargenomen bij Muiderzand, Huizen 9 waarnemingen	Waargenomen bij Zeevee 3 waarnemingen
<i>Visken: A. Zeevisschen:</i>				
<i>Agonus cataphractus</i>	—	—	1 maal	—
<i>Cottus scorpio</i>	—	—	2 "	—
<i>Zoarces viviparus</i>	—	2 maal	2 "	—
<i>Ammodytus Tobianus</i>	1 maal	—	2 "	—
<i>Pleuronectes platessa</i> (schol)	1 "	4 maal	2 "	—
<i>Belone vulgaris</i> (geep)	1 "	1 "	1 "	—
" " larve	—	1 "	—	—
<i>Engraulis encrasicolus</i> (ansjovis)	—	1 "	2 maal	—
" " larve	1 maal	2 "	1 "	—
" " eieren	3 "	—	—	—
<i>Clupea harengus</i> (haring)	4 "	2 maal	1 maal	—
" larve juv.	5 "	7 "	6 "	—
" eieren	—	1 "	—	—
<i>Syngnathus acus</i>	2 maal	1 "	—	—
<i>B. Brakwatervisschen:</i>				
<i>Pleuronectes flesus</i> (bot)	2 "	6 "	4 maal	—
<i>Osmerus eperlanus</i> (spiering)	8 "	6 "	6 "	—
" larve	2 "	4 "	1 "	—
<i>Anguilla vulgaris</i> (aal)	1 "	4 "	2 "	—
" juv.	1 "	1 "	—	—
<i>Petromyzon fluviatilis</i>	—	—	2 maal	—
<i>C. Zoetwatervisschen:</i>				
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	9 maal	8 maal	3 "	—
<i>Gobio fluviatilis</i> (grondel)	3 "	4 "	5 "	—
" larve	4 "	5 "	2 "	1 maal
<i>Blicca björkna</i>	—	—	1 "	—
<i>Schelpdieren: Mya arenaria</i>	1 maal	5 maal	2 maal	—
<i>Tellina baltica</i>	—	5 "	—	—
<i>Cardium edule</i>	—	5 "	2 maal	—
<i>Vermes: Nereis diversicolor</i>	—	1 "	—	—
<i>Cladocera: Bosmina longirostris</i>	—	—	—	1 maal
<i>Podon polyphemoides</i>	2 maal	—	—	1 "
<i>Copepoden: Cyclops spec.</i>	—	—	—	1 "

SOORTEN.	Waargenomen 1905—1906 bij MARKEN 14 waarnemingen	Waargenomen op DE KWAD 14 waarnemingen	Waargenomen bij MULDERZAND, HUIZEN 9 waarnemingen	Waargenomen bij ZEEBURG 3 waarnemingen
<i>Centropagiden</i> : Eur. hirundoides . . .	7 maal	8 maal	2 maal	3 „
<i>Temora longicornis</i>	—	1 „	—	—
<i>Centropagus hamatus</i>	—	1 „	—	—
<i>Acartia bifilosa</i>	7 maal	7 „	2 maal	1 maal
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	—	1 „	—	—
<i>Harpactide</i> :	1 maal	—	—	—
<i>Cirripecten</i> : <i>Balanus improvisus</i>	—	2 maal	1 maal	—
„ „ larven	3 maal	1 „	—	1 maal
<i>Amphipoden</i> : <i>Corophium grossipes</i> . . .	—	3 „	1 maal	—
<i>Gammarus locusta</i>	—	1 „	—	—
<i>Schizopoden</i> : <i>Mysis vulgaris</i>	4 maal	5 „	4 maal	1 maal
„ „ larven	1 „	—	1 „	—
<i>Macropsis Slabberi</i>	7 maal	4 maal	1 „	1 maal
<i>Decapoden</i> : <i>Pilumnus tridentatus</i> . . .	—	1 „	1 „	—
<i>Crangon vulgaris</i> (garnaal)	4 maal	5 „	4 „	—
<i>Hydrozoa</i> : <i>Sertularia cupr.</i>	—	2 „	1 „	—
<i>Membranipora</i> :	—	—	1 „	—
<i>Rotatoria</i> : <i>Synchaeta spec.</i>	2 maal	2 maal	—	—
<i>Anuraea aculeata</i>	—	—	—	2 maal
<i>Brachionus pala</i>	—	—	—	2 „
<i>Notholca striata</i>	—	—	—	1 „
<i>Planten</i> : <i>Actinopterychus undulatus</i> . .	1 maal	—	—	—
<i>Biddulphia aurita</i>	1 „	1 maal	—	—
„ <i>mobilensis</i>	1 „	—	—	—
<i>Coscinodiscus biconicus</i>	1 „	2 maal	—	—
<i>Lithodesmium undulatum</i>	1 „	1 „	—	—
<i>Thalassiosira baltica</i>	1 „	—	—	—

Door DEKHUIJZEN ¹⁾ worden voor den bodem van de kom van de Zuiderzee nog opgegeven: *Molgula ampulloides* en *Nereis pelagica*.

Een lijstje van plankton uit het proefschrift van Dr. VAN BREEMEN moet eenigszins een beeld geven, wat men bij Zeeburg te verwachten heeft bij onderzoek. ²⁾

Chroococcaceae

Draadvormige Cyanophyceae

Peridinium Spec. ?

Ebria tripartita Schum.

¹⁾ Dr. C. M. DEKHUIJZEN, Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 1906, p. 822.

²⁾ P. J. VAN BREEMEN, Plankton van Noordzee en Zuiderzee, Proefschrift 1905.

<i>Actinoptychus undulatus</i> Ralfs.	<i>Peridinium conicum</i> Gran. Var. ?
<i>Biddulphia aurita</i> Lyngb.	<i>Noctiluca miliaris</i> Sur.
„ <i>granulata</i> Roper	<i>Cytharocyclus serrata</i> Møl. var ?
„ <i>trigona</i> Cleve	<i>Tintinnopsis bottnica</i> Nordq.
<i>Chaetoceras debile</i> Cleve	„ <i>tubulosa</i> Lev.
„ <i>holsaticum</i> Schüte	„ <i>spec.</i>
„ <i>subtile</i> Cleve	<i>Synchaeta</i> sp.
<i>Coscinodiscus biconicus</i> v. Breemen	<i>Brachionus</i> sp.
<i>Ditylium Brightwelli</i> West.	<i>Eurytemora hirundoïdes</i> Nordq.
<i>Eupodiscus Argus</i> Ehr.	Naupliën van <i>Balanus improvisus</i> L.
<i>Hyalodiscus</i> Spec. ?	<i>Podon polyphemoides</i> Leuck.
<i>Thalassiosira excentrica</i> Ehr.	Decapoda zoea
„ <i>baltica</i> Gran.	Lamellibranch. : larvae
<i>Pleurosigma</i> spec.	Polychaeten : larvae

Samenvattende komt men tot de slotsom :

- 1^o Niets is bekend van het Amstelplankton.
 - 2^o Weinig van wat in de grachten voorkomt.
 - 3^o Het Zuiderzeep plankton, ook de hoogere diervormen, zijn goed bekend.
 - 4^o Volkomen onbekend is het gedrag der zoetwater- en zeeorganismen in het geheele brakwatergebied, en
 - 5^o de invloed der vervuiling op diezelfde organismen, en welke mogelijk een rol spelen bij de zelfreiniging.
- . Wat het vierde en vijfde punt betreft, rijst de vraag, welk belang ons deze questie kan inboezemen in verband met een zeer belangrijk en urgent vraagstuk, nl. de zelfreiniging van het Zuiderzee- en het grachtwater.

Bij de beoordeeling van de mate van vervuiling van water, en bij het bestudeeren van de processen, die de zelfreiniging van vervuild water begeleiden, heeft men tot nu toe al te uitsluitend gelet op de aanwezigheid en de rol der bacteriën en schimmels. Veel te weinig heeft men gelet op het gedrag en de beteekenis van hoogere organismen bij de reiniging van vuil water.

Telkens weer wordt er op gewezen, dat tot nu toe de reiniging van afvalwater en de zelfreiniging van rivieren alleen beschouwd werd door chemici en bacteriologen. Doch eerst wanneer de rol der bacteriën en schimmels is afgeloopen, begint de verdere verwerking. Dan komen de algen, protozoën en microscopische wormen, die van groote beteekenis zijn voor de larven der visschen, en waarvan weer leven crustaceën, insecten en insecten-larven; deze alle vormen het belangrijkste voedsel voor de visschen. Doch bij een eenigszins belangrijke verontreiniging moet ook de bodem „zich reinigen”. Hetgeen in het water als fijne modder op den bodem zinkt, door den golfslag of door eb en vloed voortdurend heen en weer bewogen en uit steeds kleinere deeltjes gaat bestaan, pleegt men *detritus* te noemen. Het bestaat uit kleine deeltjes van plantaardige of dierlijke afkomst. Vooral bij sterk verontreinigde gebieden gaat het spoedig een massa vormen, waarvan

men de verdere lotgevallen veelal uit het oog verliest. De *detritus* hoopt zich op den bodem op en wordt, vooral in ondiep water, bij de minste heftige beweging van het water aan de oppervlakte gebracht. Deze massa, die dan weer langzaam op den bodem zakt, komt in bijna alle stilstaande wateren voor. Er zijn maar enkele slooten, die dat modderachtige bezinksel niet hebben. ¹⁾ Het is de *detritus*, die door zijn overvloed aan cellulose en andere organische stoffen en vaak zeer schaarsche aanwezigheid van lucht, tot gisting en gasontwikkeling overgaat. Men verzuimt vaak bij de biologische zelfreiniging van het water naar voren te brengen de zeer belangrijke processen, die op den bodem plaats hebben. In dit slijk leven wormen bij massa's: *Tubifex*, *Phreoryctes*, *Dero*, *Nais* e. d.; waterpissebedden, slakken en mossels. Zoo vond HOFER in de Isar 10 K.M. beneden München op 600 c.M². bodem 2.000.000 exemplaren van *Tubifex tubifex*! De vischproductie is direct evenredig aan het reinigend vermogen van een water met zijn bodem. Dit kon HOFER aan den benedenloop der Elbe, die sterk verontreinigd wordt door Hamburg, Altona en Harburg, duidelijk waarnemen ²⁾. Bij elke waterverontreiniging heeft men dus te letten op het op natuurlijke wijze verwerken van dezen *detritus* en bovenal in ondiep en weinig stroomend water, zooals de stadsgrachten en de Zuiderzee.

Uitvoerige studie over het voorkomen van allerlei planten en dieren in meer of minder vervuild water hebben vooral KOLKWITZ en MARSSON verricht. Zij voeren ³⁾ eenige termen in, waarmede zij de organismen aanduiden, die een bepaalde vervuiling verdragen, en noemen:

polysaproob, organismen levende in zuurstofarm water, dat beladen is met hoogmoleculaire organische stoffen, waarbij H₂S in de modder gevormd wordt, zooals bijv. in het grachtwater (Bacteriën, Schizomyceten en Flagellaten komen erin voor):

a. meso-saproob, die in water, waarin oxydatieprocessen plaats hebben, leven, waarbij de zuurstof vooral geleverd kan worden door chlorophyllhoudende planten (diatomeën en andere);

β. meso-saproob, die voorkomen in water, waarin nitraten zijn gevormd, zooals dat van de vloeivelden komt (tallooze Diatomeën, Schizophyceën, Chlorophyceën en soms hogere planten, vele hogere en lagere dieren in groot aantal);

oligosaproob, die alleen in zuiver water leven kunnen.

Tal van planten en dieren, de meeste mikroskopisch, noemen zij, welke voorkeur hebben voor een dezer gebieden, en waarvan sommige, zooals Brachionen en Euglena, indicatoren genoemd zouden kunnen worden voor vuil water. Wel weet men dus thans voor het zoete water, welke vormen wij kunnen aantreffen, maar wat zij uit dat vervuilde gebied tot zich nemen

¹⁾ Die kan men herkennen o.a. aan het voorkomen van chara's; deze zijn dan ook sterk oligosaproob.

²⁾ E. NERESHEIMER. Wien. Die Selbstreinigung der Gewässer. Naturwissenschaften 1914. Heft 30.

³⁾ Int. Revue d. ges. Hydrobiologie Bd. II. pag. 125; Ber. d. D. Bot. Ges. 1908.

en of zij daarin bevorderlijk voor de reiniging of remmend werken, daar over is voor zoover mij bekend, weinig waargenomen. Veel te weinig bestudeerd zijn ook de *bacteriënvreters* en zij, die den detritus verwerken en juist deze beide groepen zijn de grootste helpers voor de reiniging, wanneer de taak der bacteriën en schimmels is afgelopen ¹⁾. Iets verder is men reeds met de waarnemingen van de vegetatie op de zandfilters, zooals zij o.a. gebruikt worden bij de voorfiltratie van de Amsterdamsche duinwaterleiding. Uit planten en dieren, die veelal als sporen door den wind in de bassins gevoerd worden, ontwikkelt zich een krachtige en zeer hinderlijke vegetatie, waarvan door v. D. SLEEN nauwkeurig wordt aangegeven, welke hinderlijk en welke (misschien) bevorderlijk voor de zuiverheid van het water zijn. ²⁾

Het doel van elke reiniging van afvalwater moet zijn het water zooveel mogelijk tot een water te maken, waarin voor visschen en vischlarven voedsel is; eerst dan verarmt de streek niet. Niet helderheid, laag bacteriëngehalte en zuurstofgehalte op zichzelf zijn eischen, die men aan het water te stellen heeft, maar het moet geschikt zijn om de niet al te kieskeurige vormen, de β . mesosaprobionten te voeden, die de belangrijkste zijn voor de visschen en vischlarven.

Met nadruk moet ik er echter op wijzen, dat wat betreft de reinigingsprocessen in zee en brakwater nagenoeg niets bekend is; en dat men niet weet, doch slechts vermoedt, dat analoge omzettingen als in zoet water zullen plaats hebben, waarbij eveneens aan vele, hier nog geheel onbekende planten en dieren, een belangrijke taak bij de verwerking der afgebroken eiwitten, cellulose e.d. en van den detritus, ten deel valt. Of en welk aandeel eb en vloed bij de zuivering heeft, is evenmin precies bekend. De laatste publicatie van WILHELMI ³⁾ brengt tal van leemten in onze kennis op dit gebied naar voren. Waarschijnlijk beginnen in brakwater weer bacteriën en schimmels; daarna worden de afbraakproducten verwerkt, waarschijnlijk door protozoën en enkele α -mesosaprobe diatomeën, terwijl de detritus op den bodem een fijne modderlaag vormt, die, zoo ze niet voor een belangrijk deel verwerkt wordt, tot de afschuwelijkste stankontwikkeling kan geraken.

Wij dienen dus, willen wij het reinigingsproces nader nagaan, allereerst te weten welke organismen in de wateren in en rondom Amsterdam voorkomen. Kunnen wij dan meteen zeggen, welke oligo-, welke meso- en polysaproob zijn, dan eerst kunnen wij trachten de biologische reiniging in de grachten en het gebied der Zuiderzee nader te ontleden.

Bij niet al te sterke verontreiniging kan men de wegwerking der ingebrachte stoffen overlaten aan de natuur, poly- en mesosaprobiën ver-

1) Bacteriënvreters zijn o.a.: infusoriën, flagellaten, tweeschalige weekdieren, polypen (misschien).

2) N. v. D. SLEEN, Rapp. in „de Ingenieur” 1910, 1, 2, van den heer PENNINK.

3) J. WILHELMI, Mitt. a. d. K. Landesanst. f. Wasserhygiene Berlin-Dahlem. Hft. 20, 1915.

werken de stoffen zóó, dat oligosaprobiën er weer in leven kunnen. Men is gewend zóólang deze processen haar gang te laten gaan, tot de vervuiling te sterk wordt en men er hinder van krijgt. De biologische keten tusschen microben en hogere dieren is dan verbroken en wij houden, in onze onmiddellijke omgeving alleen de bacteriën en schimmels over, die door de bij hun werking vrijkomende gasvormige producten de omgeving verpesten. Veilig mag men aannemen, dat de biologische samenwerking in de stadsgrachten reeds lang verbroken was. Zooals in het begin gezegd werd, heeft ook het brak-zijn daartoe zeker meegewerkt. De grachten zal men niet biologisch zelfreinigend meer kunnen noemen; zij verwerken de groote hoeveelheden organische stoffen slechts voor een deel. De toestand werd onhoudbaar en men zocht nu heil in directe afvoer naar de Zuiderzee, om dan het brakke water op te dragen zich zelf te reinigen. Herhaaldelijk is bij het bespreken van het nieuwe rioleeringsplan vertrouwd op het reinigend vermogen van de Zuiderzee. In aanmerking genomen onze leemte aan kennis over de biologische processen in brakwater mag ik dit vertrouwen wel optimistisch noemen ¹⁾. Dat verscheidene groote steden, als Hamburg, Rotterdam, Londen, New-York, met succes haar afvalwater loosden, bewijst meer voor de krachtige wegspoelende werking van eb en vloed, dan dat wij ons mogen vleien iets er van te begrijpen, hoe die groote massa's organische stof biologisch verwerkt worden. Daar nu juist in de zuidelijke Zuiderzee de eb en vloed-werking betrekkelijk gering is en slechts 38 c.M. niveauverschil te weeg brengt, heeft men hier wellicht meer dan ergens anders een biologische zelfreiniging noodig, wil men niet na eenigen tijd een *nadeeligen* invloed van de nieuwe rioleering op de Zuiderzee ondervinden.

Indien men, zooals van Rijkswege werd gedaan, bedingt, dat de Zuiderzee geen nadeel van de nieuwe rioleering ondervinden zal, dan is daarmee bedoeld, dat de *vischstand er niet door achteruitgaat*.

De vischstand van de Zuiderzee kunnen wij beoordeelen naar wat in de voornaamste havenplaatsen ²⁾ ter markt wordt gebracht. Neemt men als maat de aangevoerde hoeveelheid in Kilogrammen, dan is de volgorde van die hoeveelheid deze: haring, ansjovis, bot, spiering, garnaal, aal. Beoordeelt men de visch naar de geldelijke opbrengst dan de volgende²⁾: ansjovis, haring, bot, aal, spiering, garnaal. Dit geldt voor de geheele Zuiderzee.

1) Men vergelijke daarbij ook de uitspraken van J. WILHELM I. c.

2) RAPP. onderz. d. Visscherij i. d. Zuiderzee. Pl. 4.

Onder de visch, te Durgerdam ¹⁾ aan de markt gebracht, vindt men vooral bot en aal, dan haring en spiering. Nu is het duidelijk, dat deze dieren geenszins direct door het rioolwater worden bedreigd. Zij zullen, daar zij zich vrij bewegen kunnen, het zuurstofarme, sterk vervuilde water ontvluchten kunnen. Ook de plaatselijke tamelijk sterke *verzoeting* door het riool- en grachtwater zouden zij, gesteld dat het water niet vervuild was, wel kunnen verdragen. De Zuiderzee op zichzelf is immers geenszins constant in samenstelling (bladz. 28) en men moet wel aannemen, dat de typische Zuiderzeevisschen wat dat betreft niet zeer gevoelig zijn, dat zij m. a. w. euryhalien zijn.

Doch er werd reeds op gewezen, dat bijna al deze visschen in volwassen toestand en alle zonder uitzondering in hun jeugd planktonvreter zijn, en het is nu hun voedsel dat door het rioolwater kan bedreigd worden. Want de biologische reiniging van een water is geenszins afgeloopen met een zekere verdunning, of een bepaalde zuurstofgraad. Maar 't geen de bacteriën dan gedaan hebben is slechts een inleiding en de omgezette stoffen moeten nu verwerkt worden tot „vischvoedsel”. Dit doet het plankton, het plantaardige of phytoplankton en het zoöplankton, het dierlijke.

Men mag niet uit het oog verliezen, dat elk brakwatergebied arm is aan planktonvormen. Zeewater en zoetwater elk voor zich zijn veel rijker aan vormen. Ook de Zuiderzee heeft, vergeleken met de Noordzee of het Hollandsche binnenwater, een uiterst gering aantal soorten. Doch deze weinige soorten komen in ongelooflijk aantal in het Zuiderzeewater voor, zóó dat dit water naar verhouding veel vruchtbaarder is dan de Noordzee. De totale hoeveelheid plankton per Liter zeewater is in de Zuiderzee steeds meer dan in de Noordzee. Wellicht is het deze omstandigheid gevoegd bij de gemiddelde hoge temperatuur van het water die gemaakt hebben, dat dit ondiepe bassin wel eens de „wieg” van de visschen wordt genoemd, omdat vooral zeer jonge visch er overvloed van voedsel vindt.

¹⁾. VISCHAAANVOER TE DURGERDAM.

(Haring in tallen, Garmaal in manden, overigens in K.G.)

	1912						1915					
	Haring in tallen	Spiering	Bot	Ansjovis	Aal	Garmaal	Haring in tallen	Spiering	Bot	Ansjovis	Aal	Garmaal
Januari .		425	1075	—	—	—	8.40*	2092	877*	—	21½	—
Februari.	11½	9690	1064	—	—	—	4.70*	2055*	769*	—	—	—
Maart . .	291¼	—	7070	—	325	—	52.32	192	3392	—	—	—
April . .	453	—	7805	—	5680	—	144.00	50	4101	—	1589	—
Mei . . .	—	—	7055	—	12480	—	28.00	—	4882	—	2162	—
Juni . . .	—	—	13795	—	265	—	—	—	5072	—	1475	—
Juli . . .	—	—	9040	—	280	—	—	—	5246	—	1041	—
Augustus	—	—	4470	—	1505	—	—	—	6221	—	474	—
September	—	1475	7435	—	750	—	—	—	6413	—	1051	2
October .	—	1510	6110	—	225	—	—	197	5854	—	837	17
November	—	—	3045	—	—	—	—	350	2713	—	141	9
December	7	1835	2685	—	—	—	—	308	1053	—	2	20

Uit: „Mededeelingen over Visscherij”.

Van de volwassen Zuiderzeevormen zijn de haring, ansjovis, spiering en garnaal uitsluitend planktonvreter. Aal en bot zijn, zoodra zij wat grooter worden, bodemdieren, en voeden zich dan met wormen, schelpdieren e. a. die zelf weer van plankton of bacteriën bestaan.

Hoe gedraagt zich nu dat heele biologische complex bij vermenging met rioolwater? Dit is geheel onbekend, en wat we te verwachten hebben weet men dus evenmin, zoolang men geen gegevens heeft hoe de planktonten, zoo uiterst belangrijk voor het vischleven, zich gedragen tegenover het vuile water. Vluchten zij weg, gaan ze te gronde, of verwerken zij de afvalstoffen? Onder anderen om die belangrijke vragen te beantwoorden, zijn thans onderzoekingen in gang.

De vervuiling van brakwater heeft voor WILHELMi het onderwerp van studie uitgemaakt. En zijn gevolgtrekkingen kunnen van groot belang zijn voor wat in grachtwater en Zuiderzee plaats heeft.

De jongste publicatie van WILHELMi bevat een groot aantal gegevens over den invloed van kustplaatsen op Rügen in de Oostzee en van Kiel op het brakke zeewater. Het zeewater, waarmee het rioolwater al of niet te voren gereinigd in aanraking komt, is van een graad van brakheid die zich eenigszins aansluit aan den toestand rondom Amsterdam ¹⁾.

De onderzoeker van deze uiterst merkwaardige gebieden legt er den nadruk op, dat brakwater op zichzelf het minst biologisch reinigend vermogen heeft, omdat het biologisch leven er minder bloeiend is dan in zee- of zoetwater. Slechts in zéér gunstige omstandigheden, wanneer het watergebied op zichzelf een zeer sterke planktonbevolking heeft kunnen vormen (bijv. Selliner binnenzee, waarin nagenoeg geen eb en vloed is), heeft men op het gebied der reiniging meer van brakwater te verwachten. Immers in verdund zeewater zijn de levensomstandigheden voor tal van organismen te bijzonder, dan dat er vele soorten van vuil- en modderverwerkers in zullen voorkomen. Als voorreiniger raadt WILHELMi dan ook aan nimmer brakwater maar zoetwater te nemen. Bovendien heeft het leiden van zoet in zeewater nog dit nadeel, dat, naar hij zegt, het bezinken der vuile stoffen veel spoediger plaats heeft dan in zoetwater, zoodat algemeen sterke locale modderophooping bij plaatsen, aan brakke wateren gelegen, is waargenomen. Voorts, zooals ook van het rioolwater t. o. v. de Zuiderzee het geval is, drijft het zoete water langen tijd op het zeewater, en geeft ook bij die plaatsen aan de Oostzee dien eigenaardigen aanblik, die men hier gewend is „vetvlek” te noemen, en die feitelijk bij eenigszins winderig weer neerkomt op een plaatselijk kalmeeren der golven. Het verschil in soortelijk gewicht gaat een spoedige vermenging van rioolwater met het zuurstofrijke zeewater tegen.

Daar komt dan voor de Zuiderzee nog dit bij, dat een zichzelf reinigend water alleen klaar komt met behulp van talloze modder (detritus) vreters. Deze dieren, veelal bodembewoners (kokervormende wormen, schelpdieren) verwerken de groote massa's modder, of misschien ook vooral de daar-

¹⁾ Gr. Cl. p. L.: Stralsund 6.2, Sassnitz 4.4, K. Wilh. Kan. 5.95, Flensburger fj. 12.59. J. WILHELMi l. c.

tusschen gevormde organische stoffen tot eiwit van hun eigen lichaam en zij worden in groot aantal de prooi van bepaalde visschen. Nu is de bodem van de Zuiderzee in 't algemeen, voor zoover men weet, zeer arm aan bewoners; schelpdieren als mossels of kokhanen (*Cardium edule*) komen in de eigenlijke kom der Zuiderzee niet in eenigszins belangrijk aantal voor; ook van wormen is weinig bekend.

Deze gevolgtrekkingen doen de verwachting omtrent het zelfreinigend vermogen van dit brakwater niet hoog gespannen zijn.

Doch het zou kunnen, en geheel onaannemelijk is dit niet, dat de Zuiderzee behoort juist tot zoo'n brakwatergebied met groot reinigend vermogen, omdat de hoeveelheid plankton er grooter is dan in de Noordzee; ook kan terwijl de werking van eb en vloed betrekkelijk gering is, die van wind en licht weer groot zijn door de ondiepte van de zee.

Ook wordt door sommige biologen, o.a. door LAUTERBORN, de groote rijkdom aan plankton van sommige Rijnbochten toegeschreven aan faecaalstoffen, die daarin afvloeien. Bovendien weet men, dat sedert eeuwen bij het kweken van karpers in vijvers deze gemest worden o.a. met dierlijke faecaliën, wat behalve een flinke bodembegroeiing waarschijnlijk een bloeiend planktonleven ten gevolge heeft.

Wat wij dus van den invloed van rioolwater op het Zuiderzeegebied ook in dit opzicht te verwachten hebben is niet vooruit te zeggen. Men moet trachten het geheele biologische proces te ontleden.

Met dit doel zijn dan ook onderzoeken begonnen.

Deze betreffen dus de hydrobiologie van de stadsgrachten in verband met de aangrenzende watergebieden, en den invloed van rioolwater op de bevolking en met name op het plankton in de Zuiderzee.

Mei 1916.

Kaart van het Watergebied in en om Amsterdam.

Schaal 1 : 10.000.

- 1 Sluizen van het electrisch Gemaal.
- 2 Oosterkanaalsluizen (tegenwoordig vervallen).
- 3 Sluizen in de Nieuwe Vaart (vóór dat het Merwedekanaal bestond de toegang van de Zuiderzee tot de stadsgrachten).
- 4 Syphonsluizen.
- 5 Entrepotdoksluizen.
- 6 Dageraadsluis.
- 7 Keersluis bij den Molen.
- 8 Amstelsluizen.
- 9 Sluis bij het Weteringhek.
- 10 Toldeur onder het Leidsche Plein.
- 11 Wittenburgerschuif.
- 12 Oostenburgervaartschuif.
- 13 Sluis in de Nieuwe Vaart.
- 14 Rapenburgersluis.
- 15 St. Anthoniesluis.
- 16 W. Indische Sluis.
- 17 Waterkeering onder de Waag.
- 18 Kraanwaterkeering.
- 19 Sluis in de Geldersche kade.
- 20 Sluis in het Oude Zijds Kolkje.
- 21 Nieuwe-Brugsluis.
- 22 Waterkeeringen onder den Dam.
- 23 Schuif in het riool N. Z. Voorburgwal.
- 24 Nieuwe Haarlemmersluis.
- 25 Eenhoornsluis.
- 26 Westerdoksluis.
- 27 Westerkanaal schutsluizen.
- 28 „ keersluizen.
- 29 Sluis in de Haarlemmer trekvaart.
- 30 Schinkelsluizen.
- 31 Sluizen in het Merwedekanaal.

- 32 Sluis Willem I.
- 33 " " III.
- 34 Oranjesluizen.
- 35 Spinslotersluis.
- 36 Syphonkokers in het Merwedekanaal.
- 37 Monding van de Persbuis.

Op deze kaart zijn met verschillende kleuren aangegeven, welke grachten bij de spuiing met Zuiderzeewater, welke bij die met Amstelwater betrokken zijn; welke gebieden nu eens met gracht- dan met IJwater in gemeenschap staan. De sluizen, waterkeeringen enz. zijn aangegeven door een teeken, waarbij een cijfer staat. Syphonkokers en de plaats der monding van de persbuis van de nieuwe rioleering zijn eveneens met een cijfer (36 en 37) aangegeven.
