

ONDERZOEK VAN GRINDGATEN LANGS DE MAAS

door

N.L. Wibaut-Isebree Moens

met medewerking van G.M. van Oorde-de Lint voor het plankton
en van Z. Salverda voor de eindredactie

RIVON mededeling no. 216

Uitgave van het Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek
ten behoeve van het Natuurbehoud (RIVON)

oktober 1965

ONDERZOEK VAN GRINDGATEN LANGS DE MAAS

door N.L. Wibaut-Isebree Moens, met medewerking van
G.M. van Oorde-de Lint voor het plankton en van
Z. Salverda voor de eindredactie
RIVON mededeling No. 216

I. INLEIDINGVooronderzoek

Bij het onderzoek naar de mate van verontreiniging van de oppervlaktewateren in Nederland, verricht voor de Nederlandse Vereniging tegen Water-, Bodem- en Luchtverontreiniging, met financiële steun van de Rijkswaterstaat, onder leiding van de auteur, was ook de provincie Limburg betrokken.

Over deze provincie werd in 1949 een verslag uitgebracht als deel VII van bovengenoemd onderzoek.

Bij het in kaart brengen van de uitkomsten van de zuurstofbepalingen bleek dat het Maaswater steeds een zuurstofgehalte had, weinig minder dan verzadigd. Uit de vrij hoge zuurstofgehalten van het Maaswater op het gehele door Limburg lopende traject moest men dus aannemen dat, ondanks de grote hoeveelheden afvalwater, die in België op de Maas worden geloosd, en ondanks de zeer grote hoeveelheden afvalwater, die de beken uit Limburg zelf en mede uit Duitsland (de Roer en de Niers) in de Maas brengen, het water van deze rivier het gehele jaar door in een vrij behoorlijke toestand bleef.

Dit grote reinigend vermogen van de Maas werd, in opdracht van de Rijkswaterstaat, in 1954/1955 onderzocht en de resultaten hiervan werden in een nog niet gepubliceerd uitvoerig rapport "Rivierenonderzoek" in 1956 uitgebracht.

Ook uit dit onderzoek bleek de algemene hoedanigheid van het Maaswater stroomafwaarts te verbeteren, ondanks de grote hoeveelheid afvalwater die erop wordt afgevoerd.

Het zelfreinigend vermogen van de Maas bleek gunstig te worden beïnvloed door de stuwen. De vele stuwen in België en die in Limburg hadden tot gevolg:

- 1e. dat de stroom werd vertraagd, waardoor detritus bezonk, de helderheid van het water toenam, het plankton floreerde, waarvan het fytoplankton onder de invloed van het daglicht zuurstof produceerde, hetgeen bevorderlijk is voor de zelfreiniging.
- 2e. dat door het stromen over de stuw van het Maaswater een waterval wordt gevormd van 2-4 meter, waardoor het Maaswater vermengd wordt met de lucht. Deze doorluchting vermeerderd het zuurstofgehalte van het Maaswater met 1-2 mg/l. Ook dit heeft een gunstige werking op de hoedanigheid van het Maaswater.

Hierbij rees de vraag, of het hoge biologisch reinigend vermogen van het Maaswater op een of andere wijze beïnvloed zou kunnen worden door het water uit de grindgaten,

E-409497

die in grote getale langs de Maasoeveren gelegen zijn en in open verbinding met de Maas staan.

Dit leidde, weer in overleg met de Rijkswaterstaat, tot een voorlopig onderzoek in 1956 van een twintigtal dezer grindgaten.

De resultaten waren van dien aard, dat een voortgezet en meer gedetailleerd onderzoek gewettigd was. Het is te betreuren, dat de Rijkswaterstaat hiervoor verder geen belangstelling heeft getoond, tengevolge waarvan dit eerst na enige jaren, in 1959 in veel bescheidener mate dan een goede wetenschappelijke interpretatie vereist, onder auspiciën van het RIVON tot stand kwam.

De in 1956 en 1959 verkregen gegevens zijn in deze publicatie samengevat; zij kunnen de basis vormen voor een nog meer uitgebreid onderzoek hier en elders.

De grindgaten

Grindgaten zijn ontstaan door het wegbaggeren van zand en grind uit de uiterwaarden langs de Maas.

Nadat de grasmat en de oppervlakkige kleilaag goeddeels zijn afgegraven en weggevoerd, beginnen de baggerwerkzaamheden. De oever van de Maas wordt daarbij doorbroken en de baggermolens varen geleidelijk het uitgebaggerde grindgat binnen, dat, naarmate het werk vordert, groter en dieper wordt. De opgebaggerde grind- en zandmassa wordt in schuiten afgevoerd naar de Maas, waarlangs zij verder getransporteerd wordt als grondstof voor wegenbouw en voor beton en baksteen.

Tengevolge van de grote "zandhonger", die in de loop van de laatste tientallen jaren overal in Nederland bestaat, is het aantal grindgaten langs de Maas toegenomen. De oudste grindwinning in Limburg is die van de Spoorwegen; deze is ongeveer dertig jaar geleden in grindgat 20 (= C) begonnen. In vele van de onderzochte grindgaten wordt nóg gebaggerd.

Bij het verlenen van vergunningen voor het baggeren van grind langs de Maas, overeenkomstig de verordening op opgravingen in Limburg, kunnen Gedeputeerde Staten de voorwaarde stellen, dat wanneer de werkzaamheden in een grindgat ten einde zijn, de opening in de oever van de Maas moet worden gedicht. Dit wordt zelden gedaan. De werkzaamheden duren tientallen jaren en worden ze gestaakt, dan wordt dikwijls nagelaten het gat in de Maasoever te sluiten, ook al omdat men verschillende grindgaten wil gebruiken o.a. voor het storten van mijnsteen.

Hierdoor is in de loop der jaren de situatie ontstaan dat de Maas door vrij nauwe openingen in verbinding staat met een groot aantal grote en diepe waterplassen. Deze zijn bijna alle dieper dan de Maas en vele beslaan een oppervlakte van vele hectaren; de hoeveelheid water die zich erin bevindt is dan ook vrij groot.

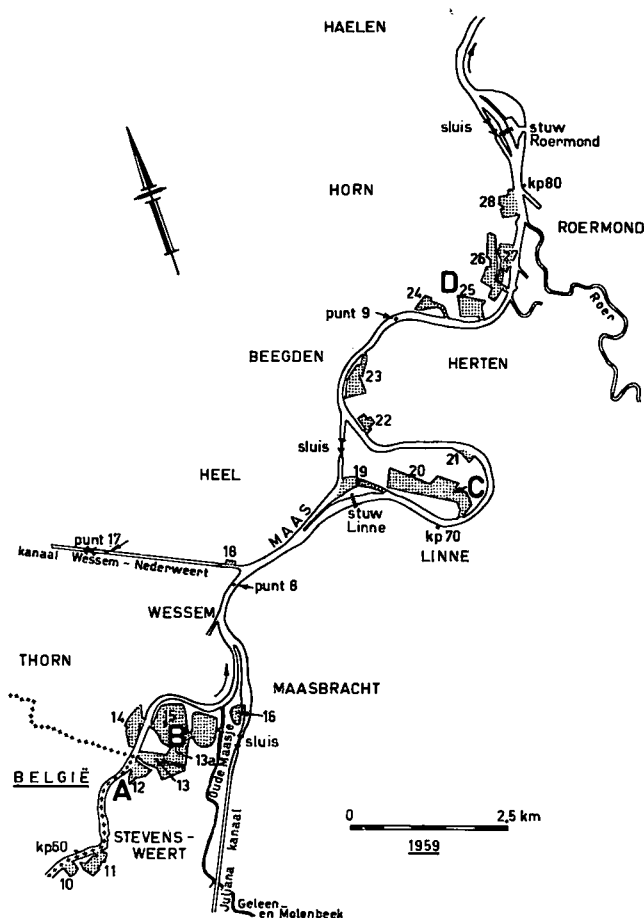
Van deze vele grindgaten werden er in 1956 in het geheel 18 onderzocht, n.l. die gelegen zijn tussen kp 60 en kp 80 (kaart II). De grindgaten dragen de nummers



Grindgaten langs de Maas van links naar rechts: nos. 19, 20(C) en 21; links: de stuw bij Linne, zie kaart II, blz. 3
Gravel pits along the Meuse from the left to the right: nrs. 19, 20(C) and 21; to the left: weir near Linne, see map II, pg. 3

Luchtfoto KLM Aerocarto; Prov. Waterstaat-Limburg

10-28; met de nummers 8 en 9 zijn aangegeven de beide plaatsen in de Maas, die tegelijkertijd werden onderzocht. Punt 8 is gelegen in het midden van de Maas bij Wessem en punt 9 bij Ool.



no.	in jaar	opper-	x=wordt	diepte	Naam
Nr.	Year	vlakte	inge-	in m	Name
		in ha	werkt		
		Area in	x=dred-	Depth	
		ha	ging	in m	
			goes on		
1956	1959				
10		3.7	x	3.40	Rosmalen
11		9.3			
12	= A	7		3.50	Dekker
12a			x	6.35	
13		23.9		3.75	
13a			x	5.60	
14		11.4	x	6.70	
15	= B	24	x		Closet
15a			x	7.10	Closet
16		23.6		7 ?	Julianakanaal
8 Maas bij Wessem				4	
17		3.2		2.80	Kanaal
18		0.6		2.80	Dekker
19		17.5		6.10	Rivierarm
20	= C	45.6		5.8	Spoorwegen
21		2.9	x	7.50	
22		4.3	x	5.10	Gelderland
23		14	x	5.30	Smals
23a			x	4.80	Smals
9 Maas bij Ool				4.80	
24		5	x	4.70	Van Gasselt
25	= D	10.1		9.50	Merwede
26		16	x	6.50	Merwede
27		6.8	x	6.40	Labora
28		9.4		4 ?	Bosker

Grindgaten langs de Maas tussen Stevensweert en Roermond
Gravelpits along the Meuse between Stevensweert and Roermond

Kaart II Grindgaten langs de Maas tussen Stevensweert en Roermond, met tabel.

Map II Gravel pits along the Meuse between Stevensweert and Roermond, with table.

Het meer gedetailleerde onderzoek in 1959 betrof alleen de grindgaten 12, 15, 20 en 25, welke op de kaart nader zijn aangegeven met de letters resp. A, B, C en D. Uit het overzicht van de grindgaten bij kaart II blijkt, dat zij zeer verschillend van grootte zijn; de kleinste zijn nauwelijks één hectare groot; zij werden daarom niet verder onderzocht.

De diepte is in meters aangegeven. De drempel, waardoor ze van de Maas zijn gescheiden, ligt in de regel weinig hoger dan de rivierbodem, waarvan de diepte ter plaatse 4 à 5 meter bedraagt. De meeste grindgaten vormen dan ook "kuilen", die dieper zijn dan de Maas.

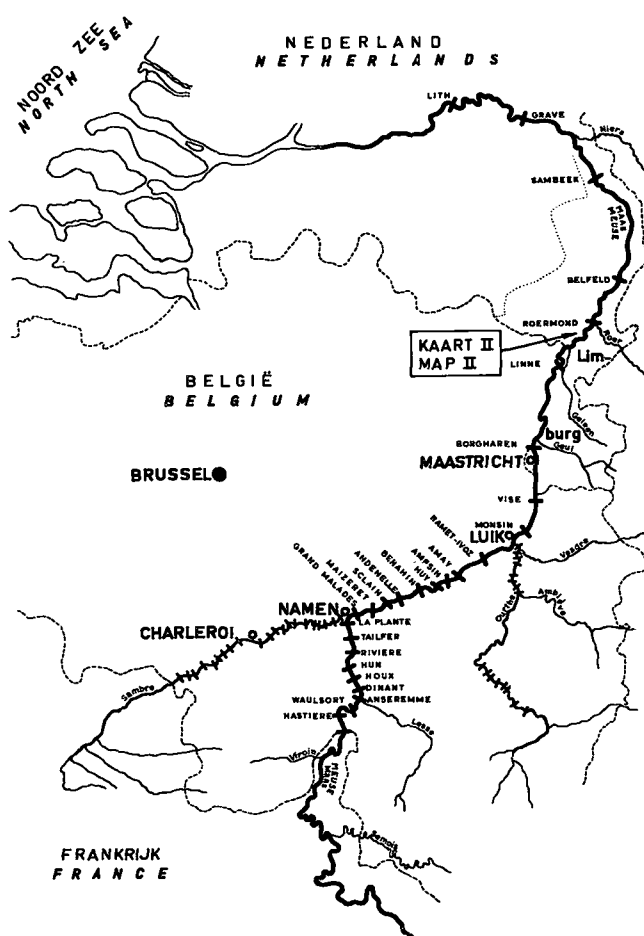
De Maasstuwen

De Maas is zowel in België als in Limburg bevaarbaar gemaakt door het aanbrengen van stuwen (kaart I). In Limburg is het traject Eysden-Lith door 7 stuwen met bijbehorende schutsluizen in panden verdeeld, die terwille van de scheepvaart het waterpeil constant houden. De aan een pand gelegen grindgaten hebben hetzelfde peil als de rivier daar ter plaatse.

Bij een waterafvoer van meer dan 950 m^3 per seconde, gemeten bij Borgharen, worden één of meer stuwen gestreken. De Maas wordt dan weer een vrij stromende rivier. Scheepvaart is dan vrijwel onmogelijk.

Ook tijdens ijsgang moet men dikwijls de stuwen strijken.

Zodra de stuwen gestreken zijn en het water vrij en meestal overvloedig stroomt, wordt de rivierbodem, waar zich vuil en modder heeft opgehoopt, volledig schoon gespoeld. De Maas treedt buiten haar oevers, de grindgaten ook, zodat één grote



Kaart I Overzicht der stuwen in de Maas en zijrivieren.

Map I Weirs in the Meuse and its tributaries.

watervlakte ontstaat. Wanneer door verminderde afvoer het peil van het Maaswater na verloop van tijd weer voldoende gezakt is, trekt het water zich in de bedding terug. De stuwen worden weer gesteld en het peil van de grindgaten komt weer op hetzelfde niveau als dat in het pand waaraan zij gelegen zijn.

Een dergelijke verstoring van de normale verhouding tussen Maas en grindgaten kan enige keren per jaar plaatsvinden.

Er kan dan een vermenging van water van de grindgaten met dat van de Maas plaats hebben. Deze situatie komt alleen in winter of voorjaar voor. De invloed van menging viel buiten het onderzoek van 1959, dat alleen in juni, augustus, oktober en december plaats vond.

Het onderzoek der grindgaten

In 1956 werden in augustus en september een aantal grindgaten onderzocht op het volgende:

- a. de grootte van verschillende grindgaten,
- b. de diepte,
- c. het al of niet in bedrijf zijn,
- d. de temperatuur van het water aan de oppervlakte en nabij de bodem,
- e. het doorzicht van het water,
- f. het chloridegehalte van het water aan de oppervlakte en nabij de bodem,
- g. het verzadigingspercentage van zuurstof aan de oppervlakte en nabij de bodem,
- h. het netplankton uit 25 liter van water aan de oppervlakte en nabij de bodem,
- i. het bezinkingsplankton uit 1 liter water aan de oppervlakte en nabij de bodem,
- j. de bevolking met kleine curstaceeën van het water aan de oppervlakte en nabij de bodem,
- k. de bevolking van enkele grindgaten met jonge vissen en hun voedsel.

In aansluiting hierop werd in 1959 dit onderzoek voortgezet in slechts vier grindgaten, hier verder aangeduid met A (= 12), B (= 15), C (= 20) en D (= 25); A en B liggen aan de rechteroever, C en D aan de linkeroever (zie kaart II). Deze grindgaten werden door het RIVON voor dit onderzoek bestemd op grond van hun wetenschappelijke betekenis, o.m. wegens de geomorphologische variaties en de verschillen in de ontwikkelingsstadia. Daarnaast gold als motief voor deze keuze de rijkdom in het voorkomen van het plankton, zoals dit bij de inventarisatie in 1956 naar voren kwam. Ook de geconstateerde verschillen in de vegetatie van de grindgaten onderling en de afwijking van het oorspronkelijk milieu waren bepalend.

Zowel in 1956 als in 1959 werden ter vergelijking de punten 8 en 9 in de Maas gelijktijdig bemonsterd.

Hoewel een cyclus van een maandelijkse bemonstering gedurende het gehele jaar uiteraard tot wetenschappelijk meer waardevolle gegevens zou geleid hebben, moest nu in

verband met de beperkte middelen volstaan worden met een fragmentarisch onderzoek op slechts 4 data: 9 juni, 5 augustus, 7 oktober en 10 december 1959.

Door bemonstering van het water in deze vier grindgaten op verschillende punten en diepten, alsmede in de Maas boven- en benedenstrooms bij de ingang van elk grindgat werd, aan de hand van het chemisch onderzoek en de plankton-analysen nagegaan of enige invloed, in welk opzicht dan ook, van het grindgat op de Maas of omgekeerd, bestaat.

Bij het constateren van het hoge biologisch reinigend vermogen van de Maas kwamen de volgende vraagpunten aan de orde:

1. hoe is de chemische en biologische hoedanigheid van het water van de grindgaten in vergelijking met die van de Maas.
2. is het mogelijk dat het water van de grindgaten dat van de Maas op gunstige wijze beïnvloedt, heeft er uitwisseling plaats tussen het Maaswater en dat van de grindgaten.

Bemonstering en analyse

Voor de bemonstering werd zorggedragen door Ir. Ph. Jansen, (Prov. Waterstaat, Maastricht), C.G. van Leeuwen (RIVON), P. Leentvaar (RIVON), J. v.d. Heide (biol. cand. V.U.) Amsterdam, B.Z. Salomé (Hydrobiol. Inst. Nieuwersluis), E. Blok (Visserij-Inspectie Utrecht), Mevr. G.M. van Oorde-de Lint en Mevr. Haye-Holleman, biol. drs.

Het transport te water werd verzorgd door de Rijkswaterstaat, Arrondissement Maas te Nijmegen.

De plankton-analysen werden uitgevoerd door J. v.d. Heide, biol. cand. met subsidie van het RIVON en door de auteur en Mevr. Van Oorde in het Hugo de Vries laboratorium te Amsterdam en in het Hydrobiologisch Instituut te Nieuwersluis.

Bij het onderzoek van de vier grindgaten A, B, C en D in 1959 werd het water opgepompt met behulp van een handpomp aan boord, waaraan een plastic slang van ongeveer 8 m was bevestigd. Aan het einde was deze verzwaard en liep enigszins trechtervormig uit. De aldus verkregen watermonsters werden zowel voor de chemische analyse als voor het verzamelen van plankton gebruikt.

De bemonstering geschiedde in 1959 in de Maas als volgt: bovenstrooms van de opening van het grindgat (mo) en benedenstrooms (ma), een halve meter onder de oppervlakte; in het grindgat: bij punt 1, gelegen vlak achter de opening naar de Maas, een halve meter onder de oppervlakte; bij punt 2, meer in het centrum van het grindgat, op een halve meter onder de oppervlakte én op twee meter diepte; bij punt 3 achter in het grindgat, op een halve meter onder de oppervlakte, nabij de bodem én halverwege.

Voor het plankton werd op elk monsterpunt een hoeveelheid van 1 liter water met

6 cc formaline gefixeerd, ter bepaling van het bezinkingsplankton en een hoeveelheid van 25 liter water gefiltreerd door een planktongaas no. 24 (zg. netplankton) ook met formaline gefixeerd.

Aldus werden voor elk grindgat op elke datum tweemaal acht plankton monsters verkregen, dat zijn voor de vier grindgaten op de vier genoemde data in totaal 256 monsters.

Bovendien is vanaf 5 augustus 1959 nog water ter onderzoek genomen uit de Maas bij grindgat C, bij de rechteroever, bij de linkeroever en in het midden, zowel boven- als benedenstrooms van het grindgat. Dit geschiedde om na te gaan of er op deze punten ten aanzien van de zuurstof en het chloridegehalte al of niet verband bestond tussen het Maaswater en het water in het grindgat.

Dit heeft echter niet tot enige verheldering geleid t.a.v. de invloed van het grindgat op het Maaswater.

II. HOEDANIGHEID VAN HET WATER

Bij de bemonstering zijn aangetekend: plaats en weersgesteldheid, het doorzicht en de temperatuur van het water, uur van waarneming en de diepte waarop gemonsterd werd. Van het water werden onderzocht:

- a. de pH,
- b. mg chloride per liter,
- c. de zuurstof in mg per liter ter plaatse (= direct),
- d. de daaruit berekende verzadigingspercentages bij de waargenomen temperatuur van het water,
- e. de rest van de zuurstof na 5 dagen verblijf in een donkere stoof bij 22° C,
- f. de zuurstofproductie in een duplicaat monster water na 5 dagen verblijf in het daglicht, eveneens bij 22° C.

De chemische monsters werden op de dag zelf van bemonstering in het laboratorium te Maastricht door Ir. Ph. Jansen in behandeling genomen.

Het zuurstofgebruik (BOD) van het onverdunde water werd bepaald als zuurstofrest bij een temperatuur van 22° C in een donkere broedstoof én de zuurstofproductie door het plaatsen van de monsterflesjes in een bak met water van 22° C voor een op het noorden gelegen venster bij daglicht. De tijdsduur en de blootstelling aan het daglicht bedroeg: op 9 juni 16 uur en 36 minuten, op 5 augustus 15 uur en 25 minuten, op 7 oktober 11 uur en 17 minuten en op 10 december 7 uur en 52 minuten.

Doorzicht of troebeling van het water

Bij het onderzoek van de grindgaten in 1956 bleek dat in die waarin nog gewerkt werd het water troebel is, onder meer doordat er leem in zweeft. Het geringste

doorzicht was toen 31 cm (no. 27). In grindgaten waarin niet gewerkt werd had het water een doorzicht van maximaal 124 cm (no. 16, zie tabel II).

In 1959 is geen doorzicht van het water bepaald.

De temperatuur

Er was bij de opnamen in 1956 en 1959 geen verschil tussen de temperatuur van de Maas en van de grindgaten. Er was ook nagenoeg geen verschil tussen de temperatuur van het water nabij de oppervlakte van het grindgat en nabij de bodem, noch bij de ondiepe, noch bij de diepe gaten (tabel I, II en IV).

Chloridegehalte

Uit de bepalingen in het water van een aantal grindgaten in 1956 bleek (tabel II), dat die boven de stuw van Linne (de nummers 10 t/m 15) een iets lager chloridegehalte hadden dan die beneden de stuw (de nummers 20 t/m 28). Het chloridegehalte van het Maaswater was op de dagen van deze bemonstering meestal iets lager dan dat van de grindgaten. Indien men aanneemt dat de Maas door regenval verzoet was, is daaruit meteen te concluderen dat de grindgaten meer zout bevatten omdat zij als

	monsterpunt station		doorzicht transparency in cm		temp. water in C°			Cl/l	O ₂ mg/l	O ₂ verzadigings % O ₂ saturation %		
datum date	7/8 VIII	30/31 VIII	7/8 VIII	30/31 VIII	7/8 VIII	30/31 VIII		7/8 VIII	7/8 VIII	7/8 VIII	30/31 VIII	
	nr. ↓	x = wordt in gebag- gerd during dredging				opp.vl. surface	bodem bottom		opp.vl. surface	opp.vl. surface	opp.vl. surface	bodem bottom
	10	x		35	-	18	-	-	32	7.4	78	-
	11			slib	-	-	-	-	-	-	-	-
	12			65	74	17.8	16.7	-	30	10.7	112	118
	12a	x	x	28	46	17.8	15.4	-	27	5.7	70	73
	13		x	52	56	17.2	15.8	-	33	7.2	74	93
	13a	x		31	-	19.2	-	-	37	7.6	78	-
	14	x	x	51	30	18	16.4	15.7	30	6.9	73	78
	15	x	x	48	42	18	16.6	16.3	29	10.7	113	96
	15a	x	x	30	31	17.5	16.2	16.1	25	8.3	87	73
	16		kanaal	124	96	18.5	16.8	16.8	29	12.5	133	95
	8		Maas	60	48	17	16.5	-	29	8.4	87	69
	17		kanaal	54	-	18.2	-	-	50	14.3	152	-
	18			34	-	18	-	-	40	14.6	154	-
	19		riv.arm	74	63	18	16.3	-	43	9.7	102	83
	20			73	56	18.1	16.6	-	42	9.2	97	105
	21	x		65	-	17.8	-	-	30	8.5	90	-
	22	x		28	-	18.2	-	-	45	10.4	112	-
	23	x	x	39	36	18	16.7	16.4	40	10.3	112	94
	9		Maas	62	43	18.4	17.2	-	30	10.6	113	88
	23a	x		34	-	18	-	-	32	10.5	111	-
	24	x		65	-	19	-	-	44	15.3	163	-
	25			81	64	19	17.4	17.3	42	14.3	154	122
	26	x	x	90	34	18.5	17.7	-	42	14.2	152	107
	27	x	x	30	31	18.5	17.0	-	42	10.2	109	87
	28		x	-	23	-	17.8	-	44	12.7	135	96

Tabel II Uitkomsten van de bemonsteringen in grindgaten en Maas op 7/8 augustus en 30/31 augustus 1956.

Table II Record of the chemical analyses from gravel pits and Meuse on August 7th and 8th and on August 30th and 31st, 1956.

het ware "achterlopen". Waarschijnlijk is dus de uitwisseling van water tussen de grindgaten en de Maas niet groot, tenzij het peil van de Maas aanzienlijk zou worden verlaagd, of verhoogd. Alsdan trekt het water uit de grindgaten in de Maas of, omgekeerd, stroomt het Maaswater in de grindgaten. Dit is in normale tijden echter niet het geval en dit gebeurt alleen als de stuwen gestreken worden. In dat geval zouden over de eventuele uitwisseling van water tussen grindgaten en Maas nog waarnemingen moeten worden gedaan.

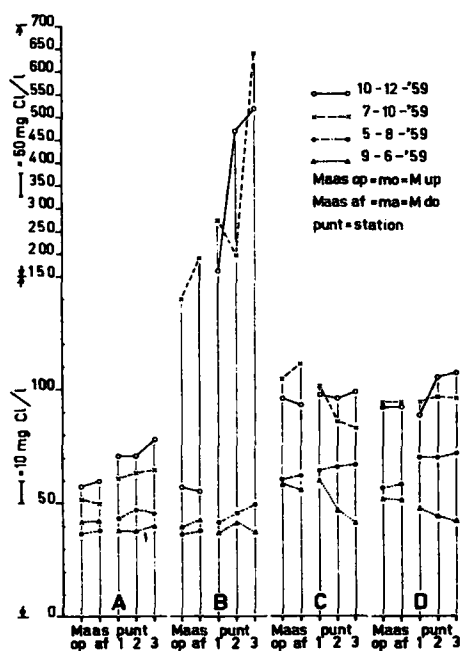
In fig. I ziet men dat het chloridegehalte bij alle waarnemingen in de loop van het jaar toeneemt.

Allereerst bij de Maas zelf. Dit is te wijten aan minder aanvoer van regenwater, terwijl het vuile water, dat veelal een hoger chloridegehalte heeft, gelijk blijft. Dit verschijnsel is elk jaar hetzelfde; bij Borghalen b.v. was in 1955 in het vroege voorjaar het chloridegehalte nauwelijks 20 mg/l en aan het eind van het jaar tussen de 80-100 mg/l. Bijzonderheden over de schommelingen gedurende een jaar vindt men in het tijdschrift WATER van 1963.

Het toenemen van het chloridegehalte in de grindgaten t.o.v. dat in de Maas is te wijten aan verdamping van het water tengevolge van de zonnige, warme zomer en herfst van 1959.

De uitkomsten van de chloridebepalingen in Maaswater en in het water van de 4 grindgaten A, B, C en D, in 1959 zijn overzichtelijk vastgelegd in figuur I en tabel I.

Op 9 juni was het chloridegehalte in de 4 grindgaten lager dan in de Maas;



Figuur I

Grafiek van het chloridegehalte van de Maas en van de grindgaten A, B, C en D op 9 juni, 5 augustus, 7 oktober en 10 december 1959.

Fig. I

Graph of the load of chloride in the Meuse and in the gravel pits A, B, C and D on June 9th, August 5th, October 7th and December 10th, 1959.

GRIJDGAT	A					B					C					D					GRAVEL PIT				
	Mo	Ma	1	2a	2b	3a	3b	3c	Mo	Ma	1	2a	2b	3a	3b	3c	Mo	Ma	1	2a	2b	3a	3b	3c	STATION
9 Juni 1959																									June 9th 1959
Totale diepte in m	-	-	3.0	3.0	3.0	3.0	3.8	3.8	-	-	3.7	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	-	-	3.0	5.2	5.2	3.5	3.5	3.5	Total depth in m
Diepte monsternis in m	0.5	0.5	0.5	2.0	0.5	2.0	0.5	2.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	Depth of sampling in m
Temp. °C	20.0	20.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	20.0	20.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	20.0	19.5	19.5	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	Temp. °C
Zuurstof mg/l	6.8	6.4	9.6	10.4	10.2	10.8	9.1	4.6	6.8	6.5	8.2	8.6	8.4	8.7	8.6	8.2	8.1	7.8	8.2	10.6	10.2	8.7	8.9	8.4	Oxygen mg/ltr
Zuurstof verzadiging %	74	70	103	113	110	116	98	48	77	74	91	95	94	96	95	89	92	89	93	119	114	97	99	93	Oxygen saturation %
Zuurstof mg/l 5 d. licht	12.2	37.1	19.6	10.5	10.6	16.6	15.6	9.6	37.8	37.6	32.2	29.3	30.7	17.1	18.4	18.5	40.0	37.4	34.3	17.4	20.4	16.8	12.4	15.4	Oxygen mg/ltr 5 d. daylight
Id. rest mg/l 5 d. donker	0.2	0.1	1.1	3.0	2.7	2.2	1.3	0.6	0.2	0.2	1.8	3.7	3.1	5.2	4.8	5.0	0.2	0.2	0.2	3.8	3.7	3.1	3.5	3.5	Id. rest mg/ltr 5 d. autoclave
Cl mg/l	42	42	38	38	39	40	40	40	39	43	37	42	38	38	40	42	60	56	60	47	45	42	44	43	Cl mg/ltr
pH	7.70	7.75	7.85	7.90	7.90	7.85	7.95	7.95	7.75	7.65	7.85	7.75	7.75	7.90	7.85	7.80	7.60	7.75	7.75	7.90	7.85	7.90	7.85	7.60	pH
Toestand																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									wordt aangevuld refilling
																									wordt uitgebaggerd en aangevuld, veel transport, troebel during dredging and refilling, much traffic, turbid
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling
																									State
																									wordt uitgebaggerd during dredging
																									refilling

7 okt. 1959

Oct. 7th 1959

Totale diepte in m	4.1	4.0	3.2	3.5	3.5	4.1	4.1	4.1	4.2	4.4	4.9	4.3	4.3	6.5	6.5	1.7	4.2	3.4	5.2	5.2	5.5	5.5	5.5	4.4	4.5	3.0	5.0	5.0	8.5	8.5	8.5	Total depth in m	
Diepte mon- sternae in m	0.5	0.5	0.5	2.0	0.5	2.0	3.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.0	0.5	2.5	5.0	0.5	0.5	0.5	2.5	0.5	2.5	5.0	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5	0.5	4.0	7.5	Depth of sampling in m	
Temp. °C	13.0	12.9	13.2	13.4	13.0	13.5	13.2	13.2	13.8	14.0	13.9	13.8	14.2	15.2	14.8	14.8	14.3	13.7	15.0	15.2	14.2	15.0	14.7	14.1	14.5	14.5	15.0	15.0	14.8	15.8	14.6	14.4	Temp. °C
Zuurstof mg/l	7.4	7.3	8.9	9.4	8.6	9.3	8.6	8.6	8.1	7.8	8.1	8.4	4.9	1.2	0.5	0.9	9.0	8.7	8.7	7.8	5.4	9.3	5.9	6.0	8.2	8.2	9.3	9.7	8.6	10.4	8.3	8.1	Oxygen mg/ltr
Zuurstof ver- zadiging %	73	71	87	92	85	93	84	84	82	79	82	84	49	12	5	9	92	87	89	82	54	95	60	60	83	82	94	100	88	107	87	83	Oxygen saturation %
Zuurstof mg/l 5 d. licht	13.4	13.1	10.9	9.3	8.4	7.4	8.2	8.5	21.0	20.7	20	17.9	15.9	4.8	1.3	1.3	13.6	15.0	11.8	9.8	8.3	7.5	6.9	7.3	14.2	13.1	12.8	11.9	11.2	10.9	9.7	10.1	Oxygen mg/ltr 5 d. daylight
Id. rest mg/l 5 d. donker	2.2	2.4	2.6	3.9	3.7	4.7	4.2	4.7	1.1	1.4	1.8	1.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	0.3	0.8	0.2	0.5	1.3	2.5	2.3	2.2	3.1	4.2	3.1	5.0	3.3	2.9	Id. rest mg/ltr 5 d. autoclave
Cl mg/l	52	50	61	63	64	64	65	66	140	183	273	198	452	644	685	678	105	111	101	86	85	83	81	93	94	93	85	86	86	85	85	85	Cl mg/ltr
pH	6.90	7.00	7.00	7.00	7.05	7.05	7.20	7.20	6.95	7.10	6.95	7.20	7.00	7.10	7.20	7.15	7.05	6.95	7.10	7.10	7.05	7.15	7.10	7.10	7.00	7.05	7.00	7.00	7.05	7.15	7.10	7.10	pH
Toestand	wordt uitgebaggerd en aangevuld, troebel during dredging and refilling, turbid																	Oude Maas stroomt door grindgat, veel transport, aanvulling, baggeren "Oude Maas" flows through gravelpit, much traffic, dredging, refilling															State
	wordt aangevuld refilling																	verlaten abandoned															

10 dec. 1959

Dec. 10th 1959

Totale diepte in m	3.6	3.7	3.3	5.0	5.0	2.9	2.9	2.9	4.0	4.1	4.0	4.0	4.0	10.8	10.8	1.6	3.8	3.8	5.3	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	4.5	4.5	2.9	5.3	5.3	3.5	3.5	3.5	Total depth in m																			
Diepte mon- sternae in m	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5	0.5	1.5	2.5	0.5	0.5	0.5	2.5	0.5	4.0	8.0	0.5	0.5	0.5	2.5	2.5	5.0	5.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5	0.5	2.5	3.5	Depth of sampling in m																			
Temp. c°	6.0	7.0	5.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.0	7.0	6.0	6.0	6.5	7.0	7.0	6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	4.5	5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0	Temp. c°																				
Zuurstof mg/l	6.1	6.2	6.6	8.2	8.9	8.7	8.8	8.8	6.7	6.8	5.8	0.8	-	0.4	0.6	1.0	9.3	9.3	9.4	10.7	12.1	10.8	10.9	10.8	9.2	9.3	9.1	10.1	9.5	10.0	10.2	Oxygen mg/ltr																				
Zuurstof ver- zadiging %	51	53	54	66	72	71	71	71	57	58	48	7	-	4	5	8	77	77	77	78	87	98	86	88	76	77	75	82	77	81	83	Oxygen saturation %																				
Zuurstof mg/l 5 d. licht	0.2	0.3	0.2	2.6	5.0	5.8	6.0	6.5	0.2	0.3	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3	4.0	2.6	3.2	2.5	3.8	0.3	1.2	1.5	6.0	5.0	5.2	5.3	Oxygen mg/ltr 5 d. daylight																				
Id. rest mg/l 5 d. donker	0.3	0.3	0.5	4.3	5.4	6.6	6.6	6.6	0.7	0.4	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.8	1.0	1.0	3.8	3.9	3.8	3.8	3.3	1.5	1.5	1.7	5.8	5.0	5.0	5.5	Id. rest mg/ltr 5 d. autoclave																				
Cl mg/l	57	60	71	71	75	78	78	77	57	56	163	472	469	522	525	525	96	93	98	96	102	99	99	98	92	92	89	105	105	107	103	Cl mg/ltr																				
pH	6.95	7.30	7.10	7.25	7.30	7.35	7.40	7.35	7.10	7.30	7.10	7.15	7.20	7.15	7.20	7.70	7.00	7.10	7.20	7.20	7.15	7.25	7.45	6.90	7.30	6.95	7.30	7.20	7.15	7.20	7.20	pH																				
Toestand	wordt gebaggerd during dredging																	Oude Maas stroomt door grindgat, wordt gebaggerd "Oude Maas" flows through gravelpit, during dredging																	aanvulling van landszijde refilling from landward side																	State

Tabel I
Uitkomsten van het chemisch onderzoek van de watermonsters uit de Maas en de grindgatenTable I
Record of the chemical analyses of water-samples from the Meuse and the gravel pits A, B, C and D on June 9th, August 5th, October 7th and December 10th, 1959.

A, B, C en D op 9 juni, 5 augustus, 7 oktober en 10 december 1959.

op 5 augustus in de grindgaten overal hoger dan in de Maas. Dit was nog in sterkere mate het geval op 7 oktober en 10 december.

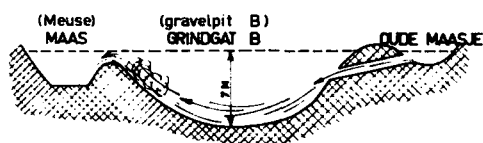
Soms is het chloridegehalte van het water van de Maas bovenstrooms van de opening van het grindgat (mo) lager dan benedenstrooms (ma), soms ook niet.

In de grindgaten C en D is het chloridegehalte op 7 oktober lager dan in de Maas, op 10 december hoger.

In grindgat B werd vanaf 15 september 1959 langs drie betonbuizen met een eivormige doorsnee van 80-120 cm het water geloosd van het oude Maasje. Dit is het laatste gedeelte van het stroomgebied van de Geleen en Molenbeek (kaart II).

Na september 1959 ontvangt het grindgat B bij benadering 150.000 m^3 vervuild beekwater per etmaal en voert dit door de toegang weer af op de Maas.

Tot voor dien stroomde het vrij in de Maas bij Maasbracht. Het water is sterk vervuild door industrieën en huishoudelijk afvalwater en voert zeer veel kolenslib mee; dit zette zich o.a. af bij een werf te Maasbracht. Men heeft toen dit bezwaar ondervangen door het water af te leiden door de betonnen buizen naar grindgat B. Het grindgat is tengevolge daarvan allengs vervuild. Het oorspronkelijke plankton en de goede chemische hoedanigheid van het water hebben zich in samenstelling gewijzigd (fig. II).



Figuur II Schema van het verloop van de instroming van afvalwater uit het "Oude Maasje" in grindgat B.

Fig. II Diagram representing the course of the inflow of wastewater from the "Oude Maasje" into the gravel pit B.

De vervuiling is duidelijk zichtbaar aan de uitkomsten van de chloridebepalingen en de plankton-analysen (figuur I en tabel III), en aan de overige chemische analyses op 7 oktober en 10 december (tabel I).

Duidelijk is de invloed van het ingevoerde vuile water waarneembaar (figuur II), achterin het grindgat op een diepte van 3 en 6 meter, het eerst bij punt 3. Ook de invloed op het Maaswater komt op 7 oktober duidelijk tot uiting, minder op 10 december (figuur I). Op deze datum echter is er geen verschil meer tussen het water aan de oppervlakte en in de diepte van het grindgat op de punten 2 en 3. Met andere woorden, het grindgat is van onder tot boven gevuld met vuil water. Het chloridegehalte van het grindgat B is dan ook in oktober en december zeer veel hoger dan dat van de Maas, nl. in oktober 678 mg/l nabij de bodem, terwijl het dan bij punt 2 aan de oppervlakte slechts 197 mg/l bedraagt. Het Maaswater bevat vlak bij de ingang van het grindgat benedenstrooms nog ruim 183 mg/l (ma), terwijl het bovenstrooms (mo) 140 mg/l bedraagt (tabel I, figuur I).

Deze verhoging van het chloridegehalte van het Maaswater van 49 mg/l bij grindgat A tot 183 mg/l bij grindgat B blijkt slechts tijdelijk te zijn, want door grote verdunning benedenstrooms wordt zij weer teniet gedaan.

Ook op 10 december is het chloridegehalte van het grindgat B veel hoger dan dat van de Maas.

GRINDGATEN A-B-C-D 1959

GRAVEL PITS

Phytoplankton

Bezonken in 1 liter en
netplankton in 25 liter
bijeengevoegd.

1 = 9 juni 1959
2 = 5 augustus 1959
3 = 7 oktober 1959
4 = 12 december 1959

Settled in 1 litre and
net-plankton from 25
litres combined.

Soorten species	A	B	C	D	Maas Meuse
<i>Actinastrum hantzschii</i>	1. 3.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.	1.2.3.4.
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	1.2.3.	1.2.3.	1.2.3.4.	2.3.4.	1.2.3.4.
- - var. <i>dulcis</i>			4.		1. 3.4.
- - setiformis	2.				
- - spiralis		3.			2.
- longissimus			3.4.	1.	1.2.3.4.
- falcatus var. <i>acic.</i>					2.3.
- f. longissima			1.	3.4.	
<i>Aphanocapsa</i>			2.3.		2.
<i>Asterionella formosa</i>	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
- - var. <i>acaroides</i>	2.			1.	3.
- gracillima				1.	3.
<i>Attheya zachariasii</i> x = met auxosporen	3.		1.2.3. ^x	2.3. ^x	1.2.3.4.
<i>Bacillaria paradoxa</i>		1.			3.4.
<i>Calyptobacterion "indutum"</i>	2.			2.3.	2.
<i>Carteria globosa</i>		3.			
<i>Chlamydomonas</i>	1.2.3.4.	1.2.3.4.	2.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
<i>Closterium acerosum</i>				4.	4.
- aciculare	3.	2.	2.3.		2.3.
- acutum	1.				2.
- gracile	3.			3.	2.3.
- "malinvernianiforme"			1.		1. 3.
- "libellula"	1.				
<i>Coelastrum microporum</i>	1.2.3.	1.2.3.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
- proboscideum			3.		
- reticulatum	1. 3.				
<i>Coelosphaerium kützingianum</i>			3.		2.
<i>Coscinodiscus lacustris</i>		2.			1. 3.4.
- rothi var. <i>subsalsa</i>			2.3.4.	3.4.	1.2.3.4.
<i>Cosmarium reniforme</i>				3.	4.
<i>Chroococcus limneticus</i>			1.		1.2.
<i>Crucigenia lauterborni</i>		2.			2.
- minima	3.	2.	1.2.3.	4.	1.2.3.
- quadrata			1. 3.4.	2.3.4.	1.2.3.4.
- - var. <i>octogona</i>	3.				
- rectangularis	1.2.3.	1.2.3.	1.2.3.4.	2.3.4.	1.2.3.
- - var. <i>fenestrata</i>	3.	3.		3.4.	1.2.3.
- tetrapedia	2.3.	1.2.	1.2.3.4.	2.3.4.	1.2.3.4.
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1.			1.2.	? 2. ?
- "quadrijuncta"			1. 3.4.		3.
-	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
<i>Cymatopleura elliptica</i>	1.	1.2.			1.2.3.4.
- solea	1.		4.		1.2.3.4.
<i>Diatoma elongatum</i>	1.2.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1. 4.	1.2.3.4.
- vulgare	2.		4.		2.3.4.

Soorten species	A	B	C	D	Maas Meuse
Dictyosphaerium ehrenbergianum	1.	1.	1. 3.		2. 3. 4.
- pulchellum	1. 2. 3.	2. 3.	2. 3. 4.	2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.
Dinobryon sertularia	1.				1. 2.
-	1.				
Errerella bornhemensis	1.				1. 2. 3.
Eudorina elegans	2.	3.	1. 3. 4.	1.	1. 2. 3. 4.
- illinoisensis	3.				1. 2. 3.
Euglena acus	3.		3.	3.	2. 3.
- oxyuris				3.	3.
-	3.	3. 4.			3.
Eutetramorus globosus	1.	4.			2.
Fragilaria constr./cap.	1. 2. 3.		2. 3.	3.	1. 2. 3. 4.
- crotonensis	1. 2. 3.	1. 2. 3.	1. 2. 3.	1. 2. 3.	1. 2. 3. 4.
Franceia geminata			2.	3.	2.
- ovalis			2. 3. 4.		1.
Glenodinium "edax"	1.	2.		2.	
- inconspicuum	2.				
Gloeocystis planctonica			1.		
Golenkinia radiata	2. 3.		2. 3.		1. 2. 3. 4.
Gomphosphaeria aponina			3.		
- lacustris			3.		
-			3.		
"Gonium"	1. 2. 3.	3.	2. 3. 4.		
"Gymnodinium"			3.		
Haematococcus droebakensis	3.				3.
Kirchneriella contorta				3.	
- lunaris			1. 2. 3.		
- - var. diana			2.		
- obesa	2. 3.	1. 2. 3.	1. 2. 3.	2. 3. 4.	1. 2. 3.
Lagerheimia chodati			3.		2.
- citrififormis	1.		2. 3.	1.	1. 2.
- genevensis	1. 3.	1. 3.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.
- longiseta	1.	1.		3.	2.
- subsalsa				4.	
- wratislaviensis		1.			1.
Lepocinclis "texta"		3.			3.
- salina			1. 2. 3.		2.
Lyngbya hieronymusii		3.			
Mallomonas	3.		1. 3.	4.	1. 2. 3. 4.
Melosira granulata	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.
- - var. angustissima		2.	1. 3.	1. 2. 3.	1. 2. 3. 4.
- - f. spiralis	1. 2. 3.		2. 3.	2.	1. 2. 3. 4.
Melosira "italica"			4.		3.
- undulata	2. 3.	1. 2. 3.	4.	4.	1. 2. 3. 4.
- auxosporen			2.	4.	3. 4.
- varians met auxosporen		3.	4.		
Merismopedia elegans			4.		
- tenuissima	2.				
Micractinium pusillum	1. 2. 3.	1. 2. 3.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 4.	1. 2. 3. 4.
- - var. tetraedrica	1.				
Microcystis "pulverea"				3.	
- robusta				3.	
"Microspora stagnorum"			4.		
Mougeotia	1. 2. 3.	2. 3.	2. 3. 4.	1. 2. 3.	1. 2. 3. 4.
Nitzschia acicularis	1. 3.	1. 3.	1. 2. 3.	1. 2.	1. 2. 3.
- fruticosa	1. 2. 3.	1. 2. 3.	1. 2. 3.	1.	1. 2. 3. 4.
- sigmoidea			3.		1. 2. 3. 4.
- vermicularis				2.	
Olpidium gregarium	3.	1.			
Oocystis borgei	1. 3.	1. 2.	1. 2. 3.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3.
- (solitair)	1. 2. 3.	1. 3.	3.	3. 4.	1. 2. 3. 4.
-	1. 3.	1. 2. 3.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3.	1. 2. 3. 4.
Ophiocytium capitatum		2.	2. 3.	2.	2. 3.
Oscillatoria "annae"			1.		2.
- limosa	2.	2.		2.	1. 2. 3. 4.
- planctonica	1. 2. 4.	1. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3. 4.
- simplicissima		2.			
- "tenuis"		4.			1.
Pandorina mbrum	1. 2. 3.	1. 2. 3.	1. 2. 3.	3.	1. 2. 3. 4.
Pediastrum biradiatum			1. 2.		1. 2.
- boryanum	1. 2. 3.	1. 2. 4.	1. 2. 3.	1. 2. 3.	1. 2. 3. 4.
- duplex	1. 2. 3.	2. 3.	1. 2. 3. 4.	1. 2. 3.	1. 2. 3. 4.
- - var. reticulatum	1.	2.	3.		2.

Soorten species	A	B	C	D	Maas Meuse
- simplex var. clathratum			3.		2.3.
- - radians			3.		
- - duodenarium			3.		
- -				3.	
Pediastrum "sturmii"			3.		
- tetras	1.2.3.			1. 3.	1.2.3.4.
Phacus acuminatus			3.		
- longicauda var. insecta		4.			
- -	2.	1.2.3.		1. 3.	3.
- "onyx"		3.			
- pleuronectes				2.3.	3.4.
- torta			1.2.3.		2.3.
Planctomyces	1. 3.	1.2.3.	1. 3.4.	1.2.3.	1.2.3.4.
Pteromonas angulosa			2.		
Rhizosolenia eriensis	3.			2.	2.3.
- - var. morsa	3.				3.
- longiseta	1.		2.3.4.		1.2.3.4.
"Romeria gracilis"			1.		1.
Scenedesmus acuminatus	1.2.3.	1.2.3.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
- antennatus	3.	3.			3.
- arcuatus	2.	1.2.3.	1.2.3.	3.	1.2.3.
- arvernensis		2.		2.3.	2.
- bijugatus	3.				2.
- brasiliensis		3.	3.4.	3.	1.2.3.
- denticulatus			1.2.3.4.	2.3.4.	2.3.4.
- dimorphus	2.	2.			1.
- falcatus	3.		2.		2.3.
- incrassatus	2.3.	3.	1.	3.	2.3.
- obliquus			1.	2.	1.
- opoliensis	1.		2.3.		1.2.3.4.
- - var. carinatus	2.			4.	3.4.
- quadricauda	1.2.3.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
- - abundans	1. 3.		1.2.3.	3.4.	1.2.3.4.
- - naegli			2.		
Selenastrum capricornutum	3.	1.	1.2.3.4.	2.3.4.	1.2.3.
- westei	2.	1.2.			1.2.
- gracile	2.3.	1.	1.2.3.4.	2.	1.2.3.
Spirochaete plicatilis			2.		
Staurastrum gracile			4.		2.
- tetracerum			3.4.		2.3.
- - var. validum				2.3.	
Stephanodiscus "astraea"			1.	1.	1. 3.
- - var. minutula		1.			1. 4.
- dubius		1.			1.2. 4.
- hantzschii		1.	2. 4.		1.2. 4.
-		1.	1.2.3.		
"Stichococcus bacillaris"				3.	
Synedra acus	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
- capitata		2.			
- pulchella var. "naviculacea"		4.			
- ulna	1.2.3.4.	1.2.3.4.	2.3.4.	1.2.	1.2.3.4.
- - var. biceps		2.			
- - danica		2.			
Synura uvella	1.				3.
Tetraedron arthrodesmiforme	1. 3.	2.	3.	3.	1. 3.
- caudatum	3.	1.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	2.3.
- minimum	3.	2.	1.2.3.4.	2.3.	2.3.
- muticum	1.2.		1.2.3.4.	1.2.	1.2.3.
- regulare			2.		1.
- - var. incus	1.				3.
Tetraedron raphidioides	1.	2.3.	1.2.3.4.	1.2.	1.2.3.4.
- spinulosum	2.	2.	2.	2.	2.
- staurastroides			2.		
- trigonum	2.	1.	2.	3.	1.2.3.
Tetrastrum longisetum	1.				
- heteracanthum			1.		1.
- multisetum var. punctatum			2.		
- staurogeniaeforme	1.2.3.	1.2.3.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
Tetrastrum tetracanthum	3.				
Trachelomonas hispida	1.		3.4.	3.4.	2.3.4.
- volvocina			3.4.		1.2.3.
-	1.2.		2.3.4.	3.	3.
Treubaria crassispina	1.2.		1.2.	2.	1.2.3.

Soorten-species	A	B	C	D	Maas Meuse
<i>Westella botryoides</i>	1.		3.4.	2.3.	1.2.3.4.
" <i>Westella linearis</i> "			4.		
ALLEEN IN DE MAAS VOORKOMEND: ONLY IN THE MEUSE:					
<i>Ankistrodesmus falc.setif.elong.</i>					3.
<i>Aphanothece</i>					2.
<i>Chodatella ciliata</i>					1.2.3.
" <i>Chroococcus turgidus</i> "					2.
<i>Cyclotella comta</i>					1.2.3.
- <i>striata</i>					2.
<i>Euglena spirogyra</i>					3.
<i>Gonatozygon brebissonii</i>					1. 3.
<i>Gonium pectorale</i>					2.
" - <i>sociale</i> "					1.2.3.4.
<i>Microcystis aeruginosa</i>					2.3.4.
<i>Scenedesmus acutiformis</i>					3.
- <i>armatus</i>					2.
- <i>bijugatus var.alternans</i>					3.
<i>Staurastrum paradoxum</i>					1.2.3.4.
<i>Tabellaria fenestrata</i>					1.
<i>Tetraedron tumidulum</i>					2.
<i>Tetrastrum apiculatum</i>					1 2.
<i>Trachelomonas hispida var.punctata</i>					3.
- " <i>varians</i> "					3.

GRINDGATEN A-B-C-D 1959

GRAVEL PITS

Zoöplankton

Bezonken in 1 liter en
netplankton in 25 liter
bijeengevoegd.

1 = 9 juni 1959
2 = 5 augustus 1959
3 = 7 oktober 1959
4 = 12 december 1959

Settled in 1 litre and
net-plankton from 25
litres combined.

<i>Acanthocystis aculeata</i>		1. 3.4.			1. 3.4.
- <i>spinifera</i>		3.			
- <i>turfacea</i>		1. 3.4.	1. 4.		1. 4.
<i>Anuraeopsis fissa</i>	1.2.3.	2.3.		1.2.3.	1.2.3.
<i>Askenasia elegans</i>		2.3.	1. 3.4.		3.4.
<i>Asplanchna brightwelli</i>	1. 3.				
- <i>priodonta</i>	1.2.3.4.	1.2.3.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
<i>Arcella haemisphaerica</i>			2.3.4.		1.
<i>Bosmina coregoni</i>	1. 3.	1.2.3.	1.2.3.	1.2.3.	2. 4.
- <i>longirostris</i>	1.2.3.4.	1.2.3.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
<i>Brachionus angularis</i>	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.	1. 3.4.	1.2.3.4.
- <i>calyciflorus</i>	1.				
- - <i>var.amphiceros</i>	1. 3.4.	1. 3.4.	1. 3.	1.	1.2.3.4.
- - <i>dorcas</i>			3.		
- - <i>pala</i>	1. 4.	1.2.3.4.	4.	3.4.	1.2.3.4.
- <i>quadridentatus var.brevispinus</i>	1.	3.	1.		1. 3.
- - <i>cluniorbicularis</i>		1.			1.
- <i>urceolaris</i>	1.	4.		1.	1.2. 4.
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>			2.		
<i>Codonella lacustris</i>	1.2.3.4.	1.2.3.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
<i>Coleps hirtus</i>		1. 3.	3.4.		
<i>Colurella adriatica</i>		2.			
-				4.	
<i>Copepodieten</i>	1.2.3.4.	1.2.3.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
<i>Nauplii</i>	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
<i>Cyclops oithonoides</i>	1. 3.		1.2.	3.4.	
- - <i>var.hyalinus</i>	3.			2.3.	
- <i>vernalis</i>	1. 3.			2.3.4.	3.
- <i>vicinus</i>		2.	1. 4.	4.	
-	1.2.	1. 3.	1.2.3.	1. 3.4.	
<i>Daphne cucullata</i>	1.	1.2.3.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.
- <i>longispina</i>	1.2.3.	3.	1.2. 4.	2.3.4.	3.

Soorten species	A	B	C	D	Maas Meuse
<i>Diaptomus</i> juv.				1.	
<i>Didinium</i> nasutum		4.			4.
<i>Filinia</i> longiseta	1.2.	1.2. 4.	3.	1.	1.2.3.4.
<i>Hastatella</i> radians		4.			4.
<i>Kellicottia</i> longispina			1. 3.4.		
<i>Keratella</i> cochlearis	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
- - var. "tecta"	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	2.3.4.
- quadrata	1. 3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	2.3.4.
<i>Leptodora</i> kindti	2.			1.	
<i>Notholca</i> acuminata		4.			
<i>Polyarthra</i>	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
- eieren			2.		
<i>Pompholyx</i> sulcata	3.	1.2.3.	1.2.3.	2.3.	1.2.3.
<i>Rotaria</i>	1.	2.3.4.		2.	2.3.
<i>Rotatoren</i> eieren	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
<i>Sida</i> crystallina	2.				1.
<i>Staurophrya</i> elegans		1. 4.	4.		4.
<i>Strombidium</i> turbo	1.	1.			
-				2.	2.3.
"Strombilidium"		4.			
<i>Stylonychia</i>		4.			
<i>Synchaeta</i>	3.4.	2.	4.	3.	1.2.3.4.
- eieren	1.2.				
<i>Tintinnidium</i> fluviatile	1.2.3.	1. 3.	1. 3.4.	1.2.3.4.	1.2.3.4.
<i>Trichocerca</i> pusilla		2.3.	3.		1.2.3.4.

Tabel III Lijsten van plankton bezonken in 1 liter en netplankton uit 25 liter, bijeengevoegd, uit de grindgaten A, B, C en D, op 9 juni, 5 augustus, 7 oktober en 10 december 1959.

Table III Lists of plankton settled in 1 litre and of net-plankton from 25 litres, combined, from the gravel pits A, B, C and D and from the Meuse on June 9th, August 5th, October 7th and December 10th, 1959.

Zuurstofgehalte

Reeds in 1956 was gebleken op 7 aug. dat het zuurstofgehalte van het water van nagevoeg alle grindgaten oververzadigd was (tabel II). Ook in de Maas was het water op punt 9 oververzadigd en op punt 8 voor 87% verzadigd.

Bij een opname, die drie weken later uitgevoerd werd, bleken verschillende grindgaten niet meer oververzadigd te zijn, terwijl ook het Maaswater op de punten 8 en 9 iets minder goed was.

Daar het van belang was na te gaan of het zuurstofgehalte van het water bij de bodem van de grindgaten hetzelfde of lager was dan dat van het oppervlaktewater, werden aldaar eind augustus 1956 een zestal waarnemingen gedaan (tabel IV).

no. grindgat gravelpit	diepte in m. depth	doorzicht in cm. transparency	temp. water in C°		O ₂ verzadigings %	
			opp. surface	bodem bottom	opp. surface	bodem bottom
14 x	6.7	30	16.4	15.7	78	78
15 x	-	42	16.6	16.3	96	89
15a x	7.1	31	16.2	16.1	73	73
16	7	96	16.8	16.8	95	99
23 x	5.3	36	16.7	16.4	94	87
25	9.5	64	17.4	17.3	122	97

x = wordt gebaggerd
during dredging

Tabel IV

Temperaturen en verzadigings % van zuurstof aan de oppervlakte en op de bodem van 6 grindgaten op 30/31 augustus 1956.

Table IV

Temperatures and oxygen saturation % at the surface and near the bottom of 6 gravel pits on August 30th and 31st, 1956.

Daarbij bleek dat het water nabij de bodem in zuurstofgehalte slechts weinig verschilde van dat aan de oppervlakte.

Ook bij het onderzoek in 1959 werd dit bevestigd, behalve in het vervuilde grindgat B in oktober en december.

Hieruit mag men concluderen dat het water in de grindgaten nabij de bodem niet vervuild is en dat van onder tot boven het zuurstofgehalte zodanig is, dat de levensvoorwaarden voor het plankton en de vissen gunstig zijn.

De uitkomsten der zuurstofbepalingen in de vier grindgaten A, B, C en D zijn vastgelegd in figuur III en tabel I. In de grafieken is aangegeven door een horizontale lijn de 100% verzadiging bij de in het water waargenomen temperatuur.

Hieruit is het volgende op te maken:

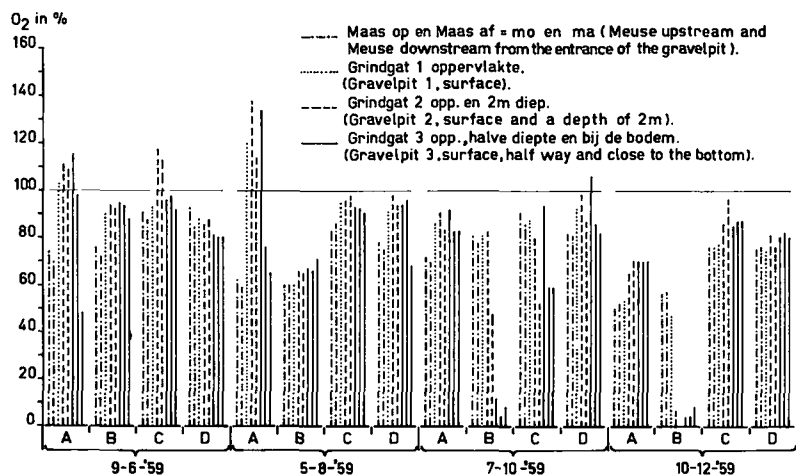
De zuurstofverzadigingspercentages waren op 9 juni in grindgat D lager dan in de Maas; in A, B en C daarentegen hoger. Men kan dan verder constateren dat het grindgat A de beste kwaliteit water heeft, daarna volgt C en vervolgens B, terwijl de minst goede kwaliteit in D voorkomt.

Op 5 augustus is in alle grindgaten de zuurstof hoger dan in de Maas. Bij beschouwing van de grafiek (fig. III) van 5 augustus van grindgat A valt op, dat het water in de Maas onderverzadigd is, terwijl het in de grindgaten aan de oppervlakte oververzadigd is. Op punt A 2 is dit op 2 meter diepte ook het geval en op punt A 3 op 2 en $3\frac{1}{2}$ meter diepte niet.

In augustus is wederom wat de zuurstof betreft A het beste, B is veel minder, C goed en D eveneens goed.

In de herfst gaat op 7 oktober de kwaliteit van A achteruit, eveneens die van C, terwijl D zich vrijwel handhaaft. In B treedt nu vervuiling op tengevolge van het ingevoerde vuile water.

Op 10 december is het zuurstofgehalte in de Maas lager geworden, evenals in grindgat A; de grindgaten C en D hebben nog een behoorlijk zuurstofgehalte. Ook ter



Figuur III

Zuurstofgehalten in % van de verzadigingsconcentratie van de grindgaten A, B, C en D en van de Maas boven- en benedenstrooms van de ingang van het grindgat, op 9 juni, 5 augustus, 7 oktober en 10 december 1959.

Fig. III

Oxygen saturation percentages in the gravel pits A, B, C and D and in the Meuse up- and downstream from the entrance.

hoogte van C en D heeft de Maas nog een flinke hoeveelheid zuurstof. In grindgat B is als gevolg van de vervuiling het zuurstofgehalte zeer laag op de punten 2 en 3. De Maas bezit hier nog voldoende zuurstof.

Het water in die grindgaten waarin nog gewerkt wordt is troebel. Dit maakt dat de belichting in de diepere lagen minder is, waardoor het chlorophyl van het phytoplankton minder goed zal functioneren. Waarschijnlijk is het daaraan te wijten, dat in 1956 in sommige troebele wateren het zuurstofgehalte in de diepte lager was dan aan de oppervlakte. Het iets lagere zuurstofgehalte in dit troebele water behoort dan ook niet het gevolg te zijn van vervuiling. In 1959 werd geen doorzicht bepaald.

Zuurstofverbruik (biological oxygen demand = BOD)

Teneinde de zogenaamde "rotbaarheid" van het water vast te stellen, wordt een gesloten stopflesje van het te onderzoeken water in een donkere broedstoof bij 22° C gezet. Na 5 dagen in het donker wordt het flesje uit de stoof gehaald en in het water de zuurstof bepaald. Men bepaalt dan de rest aan zuurstof die er oorspronkelijk in heeft gezeten. Het verschil tussen beide is dan het zuurstofverbruik. De zuurstof is uit het water verdwenen door het rottingsproces en, in mindere mate, door de ademhaling van de in het water aanwezige micro-organismen, voorzover deze niet in die vijf dagen zijn afgestorven. Is er na vijf dagen niets of nagenoeg niets meer aan zuurstof over, dan was het water "rotbaar" of m.a.w. vervuild. In de tabellen en grafieken behorende bij dit rapport is niet het verbruik van de zuurstof aangegeven, maar de rest na 5 dagen verblijf in de stoof.

In de grafieken (figuur IV) is deze rest aan zuurstof voor elk punt aangegeven door een dunne horizontale lijn.

Hieruit blijkt dat het Maaswater bijna steeds na 5 dagen geen of zeer weinig zuurstof meer bevat, hetgeen ook te verwachten is omdat deze rivier zeer veel afvalstoffen heeft te verwerken. In de grindgaten daarentegen kan de zuurstofrest na 5 dagen nog aanzienlijk zijn en, wat zeer belangrijk is, ook in de diepte.

In juni is het water in de grindgaten veel minder rotbaar dan in de Maas. Op 5 augustus was zowel in het Maaswater als in het water van grindgat C nagenoeg geen zuurstofrest over. De oorzaak hiervan is onbekend.

In herfst en winter is in de diepte der grindgaten nog een aanzienlijke zuurstofrest aanwezig.

Een uitzondering maakt weer grindgat B, waar de invloed van het ingevoerde vervuilde beekwater alle zuurstof op 7 oktober en 10 december teniet deed.

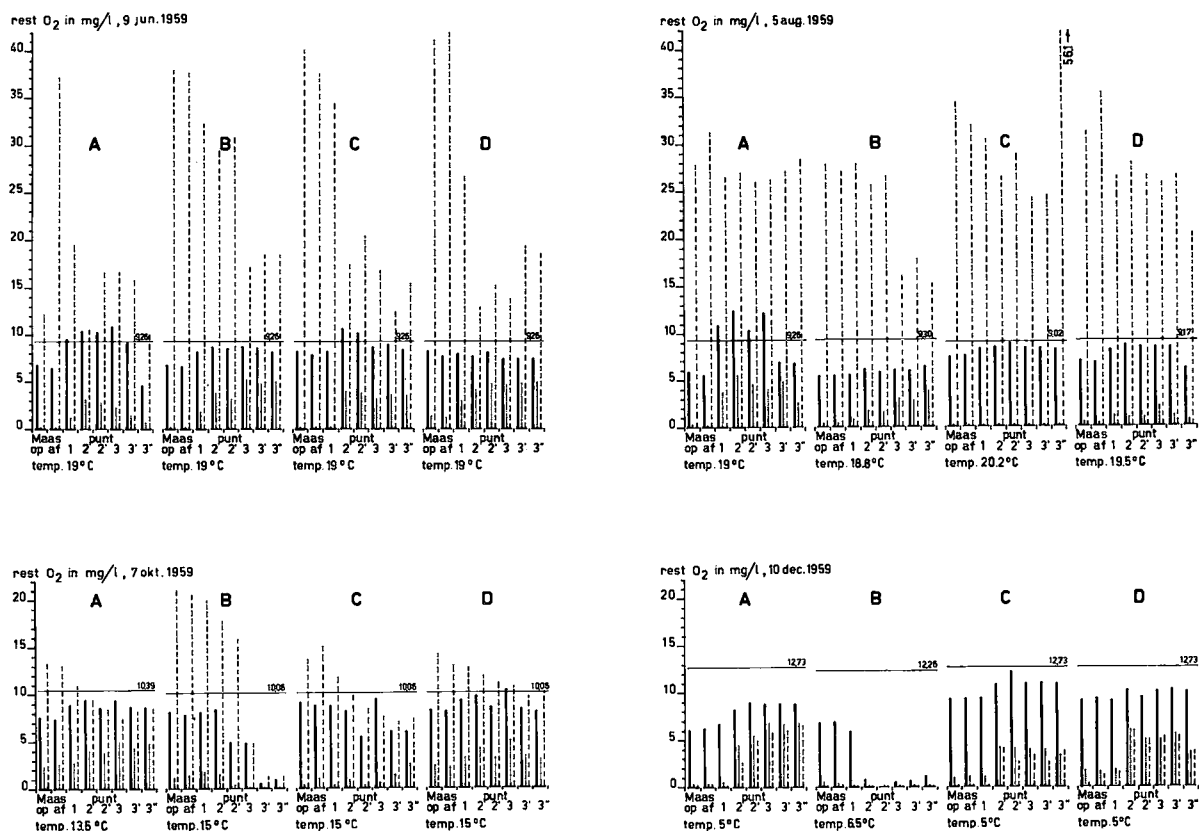
Tenslotte werd, naast de zuurstofbepalingen na 5 dagen in het donker, ook een zuurstofbepaling verricht nadat de monsters water gedurende 5 dagen aan het daglicht waren blootgesteld.

Het licht stelt het groene phyto-plankton in staat koolzuur uit het water te assi-

mileren en om te zetten in bouwstenen voor hun protoplasma, onder afgifte van zuurstof aan het water, die daarin wordt opgelost. Op deze wijze verhoogt de werking van het zonlicht het zuurstofgehalte.

Aangezien de hoeveelheid daglicht tijdens de proef geacht mag worden gelijk te zijn voor de daaraan blootgestelde monsters water, mag men zeker aannemen dat, wanneer er in het water van een flesje na 5 dagen meer zuurstof wordt gevonden dan in een ander, het phyto-plankton daarin rijker is.

In figuur IV is de door belichting gevormde hoeveelheid zuurstof grafisch vastgelegd.



Verklaring (Legend)

- O₂ direct (oxygen local).
- O₂ na vijf dagen donker (oxygen rest after 5 days in autoclave).
- O₂ na vijf dagen licht (oxygen produced after 5 days in daylight).
- ~~~~~ verzadiging opgeloste O₂ in mg/l (saturation of dissolved oxygen).
- Maas op=mo=Meuse upstream from the entrance of the gravelpit.
- Maas af=ma=Meuse downstream from the entrance of the gravelpit.
- Punt(station) 1,2,3=oppervlakte (surface).
- Punt(station) 2'=2m diep (at a depth of 2m).
- Punt(station) 3'=halve diepte (half way).
- Punt(station) 3''=bij de bodem (close to the bottom).

Figuur IV Zuurstofproductie in licht en zuurstofrest in donker na 5 dagen, in de grindgaten A, B, C en D en in de Maas op 9 juni, 5 augustus, 7 oktober en 10 december 1959.

Fig. IV Oxygen production in daylight and oxygen rest in autoclave, both after 5 days, in water from the Meuse and the gravel pits A, B, C and D.

Men kan nu uit de gevonden waarden opmaken dat:

1. het Maaswater een grote hoeveelheid phyto-plankton moet bevatten, hetwelk bij daglicht in juni en augustus tot een zeer hoge zuurstofproductie in staat is. Dit is in de Maas ter hoogte van alle vier grindgaten het geval. De in de rivier gevormde zuurstof wordt echter ten dele weer opgebruikt door het rotbare Maaswater; het eindproduct vormt dan de ter plaatse waargenomen zuurstofpercentages.
In oktober gaat deze zuurstofproductie bij het afnemende daglicht verminderen, om in december geheel op te houden. Phyto-plankton is er dan altijd nog aanwezig (tabel III); het kan echter, omdat er geen belichting meer is, nagenoeg geen zuurstof produceren.
2. dat in de grindgaten A, B, C en D in juni en augustus rijkelijk zuurstof in het licht wordt ontwikkeld. Ook - en dat is belangrijk - in het water in de diepte. Dit betekent dat zowel bovenin als diep in het grindgat veel phyto-plankton aanwezig is en dat het daglicht voldoende doordringt. Dit is geheel in overeenstemming met hetgeen gevonden is bij de plankton-analysen: daarbij bleek namelijk dat het aantal soorten phyto-plankton tot in de diepte aanzienlijk was.
In oktober en december is de zuurstofproductie na 5 dagen blootstellen van de monsters aan het licht belangrijk minder in A, C en D. Ook dan is er echter nog voldoende phyto-plankton aanwezig (figuur IV en tabel III); het ontbreekt dan weer aan voldoende daglicht.
Een uitzondering maakt weer het grindgat B, waar de zuurstofproductie in oktober nog vrij ruim is op de punten 1 en 2 en minder op punt 3, terwijl op 10 december geen zuurstof meer wordt geproduceerd op geen der punten, aangezien het grindgat geheel gevuld is met het vuile beekwater en nagenoeg geen plankton meer bevat, zoals weer uit de analyses blijkt.

III. PLANKTON

Zoals het onderzoek in 1956 reeds uitwees kwam zowel in de Maas als in de grindgaten plankton in voldoende mate voor. Zonder twijfel bevordert het grote aantal stuwen in de Maas, de Sambre en de Ourthe (kaart I) de planktonontwikkeling in het Maaswater: immers, de door de stuwen verlangzaamde stroom van het water bevordert de bezinking van de zwevende stoffen, waardoor de troebelingsvermindert. Dientengevolge dringt het licht beter door in het water en dit, gevoegd bij de overmaat aan voedingsstoffen, afkomstig van de algemene vervuiling, bevordert de ontwikkeling van het plankton. Het phyto-plankton ontwikkelt door het daglicht zuurstof, hetgeen weer tot de algemene verbetering van de hoedanigheid van het water leidt.

Geconstateerd werd, dat in de Maas het plankton en vooral het allerkleinste

nanno-plankton veel voorkwam, terwijl het zoö-plankton daar niet talrijk was en Cyclopssoorten zelfs ontbraken.

Uit de onderzoekingen is gebleken, dat in de Maas de levensvoorwaarden voor deze crustaceeën - en mogelijk ook voor ander zoö-plankton - minder gunstig zijn dan in de grindgaten, waarin, voorzover onderzocht, dit visvoedsel overvloedig aanwezig was.

Het nanno-plankton was in de grindgaten echter schaarser dan in de Maas; de hier overvloedig voorkomende zoö-planktonten hebben het nanno-plankton ten dele als voedsel opgenomen.

Het werd, nadat het bovenstaande geconstateerd was, van belang geacht te weten of het plankton in de grindgaten zich onafhankelijk van dat in de Maas ontwikkelt. Dit leek waarschijnlijk, omdat het water van de Maas ter hoogte van elk grindgat steeds wisselt, daar de rivier stroomt en het water in de grindgaten zich niet verplaatst.

Om hieromtrent uitsluitel te verkrijgen, werd het onderzoek in 1959 geëntameerd. De bedoeling van de oorspronkelijke opzet is geweest om vanaf het voorjaar, in elk geval nadat de stuwen weer definitief waren gesteld, de ontwikkeling van het plankton in de grindgaten op de voet te volgen door een cyclus van 14-daagse opnamen gedurende het gehele jaar. Bij gebrek aan fondsen moest dit belangrijke onderzoek beperkt blijven tot bemonstering op slechts 4 data: 9 juni, 5 augustus, 7 oktober en 10 december.

Het aantal bemonsteringen was dus veel minder dan het plan was; daarbij kwam nog de bijzondere omstandigheid, dat de zomer van 1959 uitzonderlijk droog en warm was. Hierdoor was de waterafvoer van de Maas minimaal. De stroomsnelheid in het pand waaraan de grindgaten A en B liggen was praktisch nul en in het pand met C en D uiterst gering. Verder waren de temperatuur en de belichting en het aantal zonnige dagen abnormaal hoog en diensgevolge was de verdamping van het water meer dan anders. Hierdoor stegen de chloridegehalten in de grindgaten soms tot hogere waarden dan in het Maaswater (figuur I). Verder zal de intensieve belichting het plankton en de assimilatie meer in gunstige zin hebben beïnvloed dan in normale, meer koele en natte zomers.

Ook op de chemische hoedanigheid van het water waren deze abnormale omstandigheden van invloed.

Alle conclusies die uit de uitkomsten zijn te trekken betreffen dus een fragmentarisch opgezet onderzoek in een jaar met een zeer abnormale zomer.

Dat desondanks de genomen planktonmonsters alle zijn bewerkt, vindt zijn oorzaak in de overweging dat de hierboven vermelde abnormale omstandigheden het onderzoek niet ontwaarden, omdat het toch onze kennis verrijkt.

Nog nimmer was een dergelijk consciëntieus onderzoek van de Maas en de grindgaten uitgevoerd, gecoördineerd met de tegelijkertijd verrichte bemonstering voor chemische analyses.

Het blijkt nu, dat het aantal gevonden soorten enorm groot is, mede dank zij het onderzoek van het bezinkingsplankton, namelijk in de Maas 198, in het grindgat A 138, in B 125, in C 157 en in D 125.

In de tabel III zijn de uitkomsten vastgelegd van de planktonanalyses van het bezinkingsplankton uit één liter en van het netplankton uit 25 liter, bijeengevoegd, aangetroffen in de vier grindgaten A, B, C en D. De namen der soorten zijn zoveel mogelijk alfabetisch gerangschikt.

De frequenties der soorten zijn met tekens aangegeven (zéér veel, veel of weinig) in alle planktonlijsten, zowel die voor het bezinkingsplankton afzonderlijk als die van het netplankton, die zich in het archief van het RIVON bevinden.

Tussen de talrijke, algemeen voorkomende planktonsoorten, de z.g. ubiquisten, werden er verscheidene aangetroffen, waarvan het de moeite waard is ze afzonderlijk te vermelden; deze zijn in hoofdstuk V bijeengebracht en besproken.

Ook de "incertae" zijn in de bij het RIVON berustende uitvoerige tabellen afzonderlijk vermeld, aangezien het kan voorkomen dat men later er achter komt wat die verschillende "incertae" uiteindelijk zijn.

Dat was bv. het geval met de in deze lijsten genoemde "sterretjes", die bij later onderzoek Planktomyces bleken te zijn (hoofdstuk V, sub 16).

Zonder twijfel spelen vele "incertae" een belangrijke rol bij de zelfreiniging van het water, daar zij zeer talrijk in het nanno-plankton kunnen voorkomen.

Bijzondere aandacht vraagt de vlieg-as, die lange tijd onder de "incertae" stond vermeld als "drijvend zand", wegens de eigenaardigheid dat een deel van de vlieg-as zich als kleine glazige bolletjes, drijvend op het water van het bezinkingsplankton voordoet (zie Plankton en Vlieg-as, Dodonaea, Biol.Jaarb. 1964).

Men krijgt de indruk dat het water van de Maas, naarmate het verder stroomt, rijker wordt aan plankton. Zulks werd ook bevestigd door chlorophylmetingen in 1955, die hier niet nader worden vermeld.

Wat betreft het plankton in de grindgaten valt het op, dat grindgat C zeker het rijkst is. Daarna volgt A; B was aanvankelijk even rijk, maar wordt na september 1959 door het vervuilde beekwater verstoord, en grindgat D is het armst.

In de eerste plaats is nu de vraag gesteld, of door het Maaswater bij het stromen langs de opening van het grindgat water met plankton wordt meegetrokken, m.a.w. dus: draagt het plankton van het grindgat bij tot dat van de Maas?

Wanneer in de Maas op de verschillende data meer planktonsoorten benedenstrooms van de toegang tot het grindgat zijn genoteerd dan bovenstrooms, zou men kunnen besluiten dat deze afkomstig zijn van het water uit het grindgat.

Telt men alleen maar het aantal soorten van mo en ma op, dan blijkt inderdaad, dat stroomafwaarts dikwijls meer soorten voorkomen, behalve op 10 december en op alle data bij grindgat D. Een duidelijke reden voor deze afwijkingen is niet aangetoond.

De uitvoerige gegevens van de plankton-analysen, waaraan de betreffende tellingen zijn verricht, bevinden zich in het archief van het RIVON.

Gaat men verder na hoe groot het aantal soorten is op punt 1, dat in het grindgat vlak bij de toegang naar de Maas ligt, dan is het aantal hier nu eens minder dan weer meer dan in de Maas. Deze blote tellingen geven dan ook geen volledig uitsluit.

In het algemeen krijgt men na zorgvuldige beschouwing van alle planktonstaten uit het archief wel de indruk, dat het water van de Maas een eigen plankton heeft en de grindgaten elk voor zich ook.

Het Maaswater verplaatst zich vanuit België in Noordelijke richting en voert een "planktonpakket" mee, dat in België is ontstaan en vermeerderd met enig plankton van toevloeiend water uit beken in België en Limburg.

De planktonsamenstelling kan bij wijze van spreken elke dag een andere zijn, al naar mate bovenstrooms meer of minder water met ander plankton afvloeit.

De grindgaten daarentegen vormen bijna het gehele jaar door stilstaande bekkens, die een eigen specifiek planktonpakket hebben.

Uitwisseling van plankton tussen de in 1959 nauwelijks stromende Maas en het stilstaande grindgatwater heeft - althans op de vier data van 1959 - niet plaats. Wanneer echter in de winter de stuwen wegens de grote waterafvoer worden gestreken en het niveau van de Maas daardoor plotseling daalt, dan zal een "schijf" water met plankton uit het grindgat in de Maas vloeien.

Omgekeerd, wanneer de stuwen weer zijn gesteld, zullen de grindgaten weer worden aangepast aan het normale niveau van het pand waaraan zij liggen; het eerst zal dit geschieden bij de grindgaten vlak boven de stuwen en allengs ook bij de overige. Dan kan er uitwisseling van plankton tussen grindgat en Maas plaats gevonden hebben.

Deze wederzijdse passieve uitwisseling van water-met-plankton is, omdat deze buiten de data van onderzoek lag, niet onderzocht.

De tweede vraag waarop het onderzoek een antwoord moest geven luidt: heeft elk der vier onderzochte tot verschillende biologische typen behorende grindgaten een ander planktonpakket en verschilt dit van het in de Maas voorkomende?

Zonder twijfel valt uit de planktonstaten op te maken, dat er verschil is tussen de vier grindgaten. Er zijn echter veel ubiquisten, waaruit weinig gevolgtrekkingen zijn te maken. En men kan zich afvragen of het wel mogelijk is uit de overvloed van gegevens te besluiten of het plankton in de grindgaten rijker is aan soorten dan dat van de Maas.

De conclusie hieruit, na raadpleging van elke lijst op elke datum, is neergelegd in tabel V.

Het is zeker, dat in alle grindgaten veel meer zoöplankton voorkwam dan in de Maas. Men mag zeggen, in het algemeen, dat het Maaswater arm is aan zoöplankton.

Een uitzondering op het bovenstaande vormt het plankton van het grindgat B na 15 september 1959. Door de verontreiniging verarmde het overvloedige plankton zeer, zodat zich slechts enkele soorten handhaafden (tabel III); het langst bleef enig zoöplankton in stand.

1959	9 juni	5 augustus	7 oktober	10 december
1 liter bezinking "nannoplankton"				
A. phytoplankton	wellicht	ja iets	ja	neen
zoöplankton	ja	?	ja	?
B. phytoplankton	neen	neen	neen	neen
zoöplankton	ja	ja	ja	ja
C. phytoplankton	ja	neen	neen	ja
zoöplankton	ja	neen	+	ja
D. phytoplankton	ja	neen	neen	ja
zoöplankton	ja	ja	ja	ja
25 liter netplankton				
A. phytoplankton	neen	neen	neen	neen
zoöplankton	neen	neen	ja	neen
B. phytoplankton	neen	neen	neen	neen
zoöplankton	ja	ja	ja	neen
C. phytoplankton	ja	neen	neen	neen
zoöplankton	ja	ja	ja	ja
D. phytoplankton	neen	neen	neen	neen
zoöplankton	ja!	ja!	ja	ja

translation: bezinking = settled
ja = yes
neen = no
wellicht = perhaps
iets = some

Tabel V Is in de grindgaten A, B, C en D het plankton rijker aan soorten dan in de Maas?

Table V Do the gravel pits A, B, C and D have more planktonspecies than the Meuse?

IV. VISSEN

Kleine crustaceeën (Hoofdstuk V, Zoöplankton sub B) vormen een zeer belangrijke voedselbron voor verschillende jonge vissen.

Teneinde dit aan te tonen, werden in 1956 in verschillende grindgaten jonge visjes gevangen van ten hoogste 14 cm lengte. De soorten welke voorkwamen zijn: alver, baars, blankvoorn, brasem, grondel, pos, sneep en snoekbaars. Er werd maar één sneep gevangen in grindgat 20 en één snoekbaars in grindgat 25.

Er is gevist met de zegen; in één enkele trek werden zeer veel visjes gevangen. Van een groot deel der visjes gevangen op 14 augustus en 20 september 1956 werd de inhoud van maag en darm onderzocht. Voorns, grondels en baarzen hadden zeer veel crustaceeën gegeten; de magen van pos, brasem en grondel bevatten bovendien insectenlarven, terwijl bij voorns plantenresten voorkwamen.

Het bleek dat wanneer, zoals op 14 augustus, in de voornacht gevist werd, de magen van bijna alle visjes nog vol waren; werd daarentegen, zoals op 20 september, in de nanacht gevist, dan waren bijna alle magen leeg. Voor een dergelijk onderzoek dient men dus bij voorkeur op het einde van de dag te vissen.

Er werd hierbij geen onderzoek ingesteld naar het voorkomen van volwassen vissen in de grindgaten en in de Maas. Dit onderzoek werd uitgevoerd door de Visserij-Inspectie.

De vissen vluchten bij het strijken der stuwen, als het niveau daalt en de stroomsnelheid toeneemt, vanuit de Maas in de grindgaten. Zij verwijlen daar een deel van het jaar, omdat zij er overvloed aan voedsel vinden. Vooral de jonge vis, die op copepoden is aangewezen, vindt hier rijkelijk voedsel.

De nakomelingen van de vissen, in een grindgat geboren, gedijen dan ook goed en kunnen later door de toegang naar de Maas het grindgat verlaten. De grindgaten zijn derhalve ook voor de visstand van de Maas van grote betekenis.

Het onderzoek maakte uit dat het Maaswater daarentegen zeer arm is aan copepoden en andere zoöplanktonen.

Vanuit de grindgaten heeft bij open verbinding bevolking met vis van het Maaswater plaats.

Dit is geheel in overeenstemming met de waarnemingen van de Visserij-Inspectie.

V. BIJZONDERHEDEN VAN ENKELE PLANKTONSOORTEN

De bevindingen bij het onderzoek van het phyto- en zoöplankton geven aanleiding tot een nadere beschouwing van enige soorten, waarvan in dit hoofdstuk - in alfabetische volgorde - een overzicht is gegeven.

Voor in Nederland voorkomende soorten wordt verwezen naar de Synopsis van het Nederlandse zoet- en brakwaterplankton, door H.C. Redeke; publicatie no. 2 van de Hydrobiologische Club, Amsterdam, 1935. Dit is de enige publicatie tot nu toe verschenen, waarin men over het Nederlandse plankton iets kan vinden.

A. Phytoplankton

1. *Asterionella formosa* Hassall

Deze soort is in de Synopsis vermeld op blz. 56, evenals *A. gracillima* (Hantzsch) Heib. Redeke schrijft dat *A. formosa* slechts een paar maal in zoet water is gevonden en *A. gracillima* daarentegen algemeen en zeer talrijk

is. Hier moet bepaald een vergissing hebben plaats gehad, want *A.formosa* is zeer algemeen in alle jaargetijden en in alle door ons onderzochte plankton-monsters van Maas en Rijn en van de grindgaten, terwijl *A.gracillima* slechts enkele malen is aangetroffen.

2. *Asterionella formosa* var. *acaroides* Lemm.

Deze variëteit is zeer opvallend doordat de stralen van de ster niet recht, maar gebogen zijn. Zij is nog niet voor Nederland vermeld.

Een goede afbeelding treft men aan in Huber-Pestalozzi, Die Binnengewässer, Bd XVI, 2,2,1942; Tafel C XXXVIII 531 A pg. 445. Deze soort werd in oktober 1959 in de Maas gevonden en in verscheidene exemplaren in de grindgaten A en D, resp. in augustus en in juni 1959.

3. *Asterionella gracillima* (Hantzsch) Heib.

Deze soort is duidelijk te onderscheiden van *A.formosa* en werd door ons slechts sporadisch enkele malen gevonden.

4. *Attheya zachariasii* Brun

In de bovengenoemde Synopsis van Redeke is deze soort op pag. 48 vermeld als verspreid in zoete, eutrophe wateren, soms talrijk; ook in grote rivieren.

Verwezen wordt naar een goede afbeelding in Pascher 10, 1930, pag. 118, fig. 94. Redeke merkt in een noot op: "deze teere Diatomee is vermoedelijk vaak onopgemerkt gebleven".

Er zou geen aanleiding zijn hieraan nog veel toe te voegen, ware het niet dat bij het onderzoek van het plankton in de Maas in 1955, 1956 en 1959 en dat van de grindgaten deze soort tot de meest algemeen voorkomende blijkt te behoren. Dat zij tot nu toe betrekkelijk weinig is opgemerkt, is daaraan te wijten dat deze diatomee in waterig milieu slechts moeilijk te herkennen is; de eigenaardige chromatophoren, die de indruk maken een groepje cellen te zijn, vallen echter wel op.

Een goede afbeelding daarvan vindt men in Nygaard, Dansk Plante Plankton, pl.I, fig. 27. De eigenlijke kiezelwanden zijn vrijwel onzichtbaar. Bij gloeipreparaten blijft van *Attheya* niets over.

Zeer duidelijk kan men echter *Attheya* herkenbaar maken door een waterig preparaat op een objectglas ónder een dekglas te laten uitdrogen tot de volgende dag. Men vindt dan in het opgedroogde vocht buiten de randen van het dekglas zeer duidelijk de *Attheya*'s liggen. Waarom ze ónder het dekglas zeer moeilijk te vinden zijn is niet duidelijk. Met een fasecontrast microscoop is deze soort ook in een waterig preparaat gemakkelijk herkenbaar. In september trekken de sporen, die midden in het cellichaam liggen, de aandacht.

Redeke vermeldt dat Lauterborn in 1918 de soort voor Nederland in de Rijn gevonden heeft. In de nalatenschap van Dr. G. Romijn (niet gepubliceerd) kan men echter vinden dat hij ze reeds vanaf 1909 gevonden heeft in Brabant, in de Maas, in de Drentse Hoofdvaart, in het Apeldoornse kanaal, in de Gouwe, in de Vecht; dus vrijwel door het gehele land. Het hoogste chloridegehalte van het water waarin Romijn Attheya vond, was 905 mg/l in de Gouwe. Deze vindplaatsen, gevoegd bij die door Redeke vermeld, van andere onderzoekers en nog vermeerderd met die van Salomé, van Heusden, Leentvaar e.a., zouden erop kunnen wijzen dat Attheya zachariasii tot de inheemse soorten behoort.

Het is echter evengoed mogelijk dat deze soort elk jaar met water uit de Rijn en uit de Maas wordt aangevoerd en vanuit deze rivieren naar de verschillende vindplaatsen. Immers, al deze wateren staan met elkaar en met de grote rivieren in verbinding. Attheya mag pas als een inheemse soort beschouwd worden wanneer de sporen van de waargenomen exemplaren, die in september en oktober gevormd worden, op de bodem van de genoemde wateren in het slib overwinteren en het volgend voorjaar kiemen. Niemand echter heeft Attheya-sporen in de bodembezinksels gevonden, niemand heeft deze zien kiemen, noch jonge vormen van Attheya gezien. Zolang dit het geval is moet deze diatomee nog steeds als een jaarlijks aangevoerde soort beschouwd worden, hoe vèr de vermelde vindplaatsen ook van Maas of Rijn af liggen.

De overbrenging van deze grote, "hakerige" soort aan de veren van watervogels is ook niet uitgesloten.

De overwintering van Attheya zachariasii acht ik dan ook een aantrekkelijk studieobject!

5. *Coscinodiscus lacustris* Grun.

Deze soort is in de Synopsis op pag. 51 vermeld als voorkomende op vele plaatsen, "verspreid meestal sporadisch in zoete en oligohaline wateren". Ook in het plankton van de Maas werden van tijd tot tijd door ons enkele goed herkenbare schalen gevonden. Er moet stellig bovenstrooms water zijn waarin deze soort zich goed ontwikkelt.

6. *Coscinodiscus rothi* var. *subsalsa* (Juhlin-Dannfelt) Hust.

Deze variëteit van *C. rothi* is goed herkenbaar, ook zonder gloeien. De Synopsis vermeldt alleen *C. rothi* op pag. 52, niet de variëteit. In het Maaswater werd zij herhaaldelijk door ons aangetroffen, evenals in de grindgaten C en D.

7. *Cyclotella* en *Stephanodiscus*

Verscheidene soorten komen zeer talrijk in Maas en grindgaten voor. Het is ondoenlijk de soorten te bepalen zonder gloeipreparaten. J.v.d. Heide heeft deze gemaakt en getracht de soorten te bepalen. De namen in de tabellen vermeld zijn voor een deel afkomstig van v.d. Heide; zij moeten als zeer voorlopig beschouwd worden. Zonder een nader onderzoek is het o.i. nog niet verantwoord hier soortnamen te geven.

8. *Cyclotella quadrijuncta* (Schroeter) em.Hust.

De soort is afgebeeld in Huber-Pestalozzi, Die Binnengewässer, Bd XVI 2,2, 1942; Tafel CXX, fig. 498, pag. 402.

Enkele keren heb ik een snoer van vier cellen gezien in Maaswater, volkomen overeenstemmende met genoemde afbeelding, met de beschrijving en de opgegeven maten. Daar de slijmdraad bij gloeipreparaten niet meer te zien is, valt dan één der typische soortkenmerken weg. Behalve in de Maas, is *Cyclotella quadrijuncta* slechts in één grindgat aangetroffen.

9. *Eudorina elegans* Ehrbg.

De Synopsis vermeldt deze soort op pag. 8 als "algemeen en soms talrijk, ook in rivieren en benedenrivieren". Ook nu werd zij geregeld in de Maas en in de meeste grindgaten gevonden. Het viel echter op dat vrij regelmatig naast deze gewone soort een andere vorm voorkwam. Deze staat beschreven als:

10. *Eudorina illinoisensis* (Kof.)Pascher

Een duidelijke afbeelding vindt men in Huber-Pestalozzi, Die Binnengewässer, Bd XVI, 5, 1961, Tafel CXXXIII, 894.

Het zou de moeite waard zijn te trachten door kweking definitief vast te stellen of de beide vormen in elkaar over gaan.

De soort werd door ons in de Maas en in de grindgaten A, C en D gevonden.

11. *Gonium sociale* (Duj.)Warming

Wordt niet genoemd in de Synopsis. Deze vorm is echter geregeld in het plankton van de Maas en de vier grindgaten aangetroffen. Vorm en maten komen overeen met die in Huber-Pestalozzi, Die Binnengewässer, Bd V, 1961, Tafel CXXVII, 876 F.

Daar de soort in het Maasgebied niet zeldzaam blijkt te zijn, is het mogelijk dat andere onderzoekers waarnemingen hebben gedaan, die nog niet gepubliceerd zijn.

12. *Haematococcus droebakensis* Wollenweber

Komt volkomen overeen met de afbeelding in Pascher, Hft 4, pag. 125, fig. 79 en met de opgegeven maten en de beschrijving.

Een goede afbeelding komt eveneens voor in Die Binnengewässer van Huber-Pestalozzi, Bd XVI, 5, 1961, Tafel XV, 55.

De fraaie en goed herkenbare soort werd in oktober 1959 in verscheidene exemplaren gevonden in de Maas en het grindgat A.

13. *Melosira undulata* (Ehrbg.) Kütz.

Hoewel geruime tijd gemeend werd dat *Melosira varians* in het plankton voorkomt, rees daaromtrent twijfel toen een auxospore gevonden werd, die volgens Huber-Pestalozzi, Die Binnengewässer, Bd XVI, 2,2, 1942, Tafel CVIII, 449b, pag. 378, toebehoorde aan *M.undulata*. De aan deze auxospore vastzittende cellen zonder inhoud lieten duidelijk de vorm van de hoeken en de dikte van de celwand zien en bleken overeen te komen met *M.undulata*. Voortaan, op deze kenmerken lettende, bleek steeds deze soort geregeld in het plankton van het Maaswater en van de vier grindgaten voor te komen. - *Melosira varians* Ag. werd zelden aangetroffen.

14. *Melosira granulata* var. *angustissima* forma *spiralis* Müller

Een goede afbeelding vindt men in Huber-Pestalozzi, Die Binnengewässer, Bd XVI, 2,2, 1942, Tafel CX, fig. 453, pag. 380.

De variëteit *angustissima* komt, naast de soort *M.granulata*, goed herkenbaar en in veel gevallen soms talrijk voor in Maaswater en grindgaten. Ook de forma *spiralis* komt gelijktijdig voor.

15. *Olpidium gregarium* (Noack) Schroeter

In het netplankton van de Maas kwamen in de zomermaanden 1955 in de eieren van verschillende raderdieren, zoals *Brachionus angularis*, *B.calyciflorus* var. *pala* en in losse wintereieren van *Synchaeta*, parasieten voor. Deze parasieten, een Fungus van de klasse *Phycomycetes*, konden gedetermineerd worden met Sparrow, Aquatic *Phycomycetes*. Op pag. 90 van de uitgave 1943 vindt men onder fig. 6 F-G afbeeldingen, die geheel overeenkomen met de genoemde vondsten.

Waarschijnlijk is deze parasitaire aandoening van raderdiereieren tot nu toe aan het oog van hydrobiologen ontgaan. Men moet dan ook *Olpidium gregarium* (Noack) Schroeter als nieuw voor onze flora beschouwen.

16. *Planctomyces*

Onder de titel *Planctomyces*-studien vindt men in Sydowia Annales Mycologici Vol. VI, 1952, pag. 443 e.v. (in Bibl.Phytopathologisch Lab. te Baarn) een

samenvatting van Friederike Wawrik over de vondsten van *Planctomyces*, in de jaren 1921-1943.

Gimesi, Utermöhl, Ruttner, Teiling en Hortobagyi hebben *Planctomyces* gevonden. Allen zijn het er over eens, dat het een euplankter is, saprophytisch, doch ook wel voorkomend in schoon water.

Sommige auteurs duiden de soort aan als "vereinzelt" anderen als "reichlich". Het genus is gevonden op Java, in Hongarije, in Duitsland, in Zweden. Het is geen der onderzoekers gelukt deze soort in cultuur te brengen. Ook Friederike Wawrik en wijlen mej. Dr. A. van Beverwijk zijn er niet in geslaagd.

Friederike Wawrik zegt dan ook, dat het helemaal niet zeker is of men hier met een nieuw schimmelgeslacht te doen heeft en zij zou het gaarne rekenen tot de "genera incertae sedis".

Intussen werden zeker twee van de door haar genoemde soorten door ons herhaaldelijk bij massa's waargenomen in het water van de Maas en in 1956 en 1959 in vier verschillende grindgaten. Bovendien zijn deze soorten door mij gesignaleerd in de Amstel bij Uithoorn, door B.Z. Salomé in de Loosdrechtse Plassen en door P. Schroevers in vrij groot aantal in water in en om Amsterdam.

Volgens onze waarnemingen verdraagt dit genus sterk vervuild water en is ongevoelig voor een verhoogd zoutgehalte, tot zelfs hoger dan 1000 mg/l.

In fig. V zijn de meest voorkomende soorten, naar de afbeelding uit bovengenoemd boek, onder II en III weergegeven.

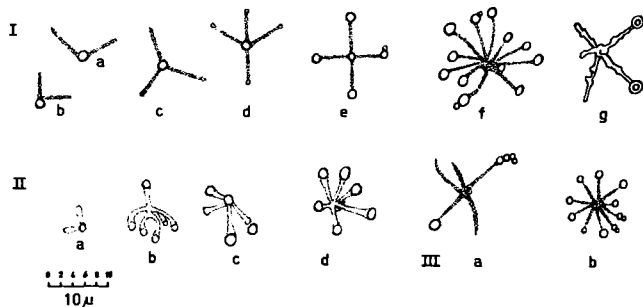


Fig. V *Planctomyces*-soorten (overgenomen uit Sydowia Annales Mycologii, Vol.VI).

Fig. V *Planctomyces* species (copied from Sydowia Mycologii, Vol.VI).

In het onderzochte plankton komt *Planctomyces subulatus* Wawrik het meest voor; *P.stranskae* Wawrik is iets minder talrijk.

Betwijfeld moet worden of *P.bekefii*, afgebeeld onder I, fig. V terecht door andere onderzoekers hier en daar in ons land is opgegeven. In de bij het RIVON berustende, zeer uitvoerige planktonlijsten zou dan *P.bekefii* verkeerd zijn benoemd.

17. *Rhizosolenia longiseta* Zach.

Deze soort wordt vermeld in de Synopsis van Redeke op pag. 54. Verder wordt verwezen naar Pascher 10, 1930, fig. 91, pag. 114.

Redeke vermeldt: "slechts een paar maal gevonden door Lauterborn in de Rijn in 1918 en door Romijn in het Apeldoornse kanaal". Uit de nalatenschap van Romijn blijkt, dat hij deze soort tussen 1909 en 1924 in Brabant en in de Gouwe gevonden heeft, vrij veel zelfs in de Helenavaart.

Door ons werd *R. longiseta* in de zomer van 1955 in enkele exemplaren gevonden in de Maas tussen Eysden en Grave en in sommige grindgaten.

In Gewässerschutzprobleme des Rheines, unter Berücksichtigung der Trink- und Brauchwasserversorgung von der Quelle bis zur Mündung, 1953, Mitteilung aus der Eidgenöss. Anstalt für Wasserversorgung, deelt Jaag mede dat met het optreden van de vervuiling in de Bodensee en de Untersee in 1944 *R. longiseta* is opgetreden, een soort die voordien onbekend was in de Alpenmeren. Het is dus zeker dat zij, behalve met Maaswater ook met Rijnwater in ons land wordt binnengevoerd, zij het sporadisch. Voor de vraag of dit een inheemse soort is, geldt voorlopig hetzelfde antwoord als voor *Attheya zachariasi*.

18. *Rhizosolenia eriensis* H.L. Smith

Deze soort is niet vermeld in de Synopsis en is waarschijnlijk nog niet in ons land waargenomen. Een goede afbeelding is te vinden bij Huber-Pestalozzi, Die Binnengewässer, Bd XVI, 2,2, 1942, Tafel CXXIV, fig. 514, pag. 418.

Wij vonden deze soort echter in het Rijnwater bij Lobith, bij Vreeswijk en bij Kampen, in de Maas en in sommige grindgaten. De exemplaren waren goed herkenbaar en ogenschijnlijk in welstand en kwamen in de zomer overal in enkele exemplaren voor, bij Vreeswijk in augustus 1955 zelfs veel.

Zolang niet bewezen is dat deze soort hier overwintert, moet men haar als een aangevoerde passant beschouwen.

19. *Rhizosolenia eriensis* var. *morsa* E. & G.S. West

Deze variëteit is nog niet voor ons land vermeld, behalve in de diatomeeën-uitgave van A. van der Werff, die op onze vondst berust. Tot nu toe hebben wij haar alleen gevonden in de Maas en in grindgat A in enkele exemplaren. Zij is zeer goed herkenbaar aan de hand van de afbeelding in Huber-Pestalozzi, Die Binnengewässer, Bd XVI, 2,2, 1942, Tafel CXXV, fig. 515, pag. 419. Volgens opgave van Nipkov, Rugg en Jaag, allen in Zwitserland, wordt deze variëteit aangetroffen in de Züricher See.

Het is waarschijnlijk dat deze, naast de hierboven beschreven soorten, behalve door de Maas ook met Rijnwater naar Nederland zal komen. Wij vonden de variëteit echter in het Rijnwater nog niet, maar wel in de Maas.

20. *Romeria gracile* Koczw.

Verscheidene malen bevond zich onder het plankton een vorm, die het meest overeen kwam met de hier genoemde soort, zoals deze beschreven en afgebeeld is in Huber-Pestalozzi, Die Binnengewässer, Bd XVI, 1, 1938, Tafel XLV, fig. 155, pag. 218.

Voorlopig zij hier de aandacht op deze vorm gevestigd; wellicht hebben andere onderzoekers deze vorm reeds gevonden en beschreven.

21. *Treubaria crassispinia* G.M. Smith

Deze soort zou synoniem zijn met *Tetraedron Schmidlei* var. *euracanthum* Lemm., maar wordt niet vermeld in de Synopsis. Vorm en afmeting komen overeen met Pascher 5, pag. 152, fig. 179.

De hier genoemde soortnaam is gebruikt naar de opgave en de figuur in Ward & Whipple, Freshwater Biology, 1959, 2e oplage, fig. 6.154, pag. 136.

In 1959 werd deze opvallende soort telkens aangetroffen in juni en augustus in de grindgaten A, C en D en in de Maas bovendien nog in oktober.

B. Zoöplankton

De meest gevolgde wijze van plankton verzamelen is niet geschikt om een juiste indruk te krijgen van het totale zoöplankton, vooral wat betreft de crustaceeën. Noch door het nemen van plankton in een netje aan een lijn, uitgeworpen vanaf de waterkant en daarna teruggetrokken, noch door het verzamelen met een planktonnet vanuit een boot door horizontaal of vertikaal door het water trekken, heeft men een controleerbare hoeveelheid water afgezeefd.

Iets beter is het al wanneer men met een bak van b.v. 10 liter inhoud water schept en dit daarna door een planktonnet zeeft. Men weet dan tenminste iets over het aantal individuen per hoeveelheid water. Het scheppen van 10 liter water kan echter alleen in de oppervlakkige waterlagen geschieden.

Weer iets verder komt men met het oppompen van een bepaalde hoeveelheid water, b.v. 25, 50 of meer liters en dit opgepompte water te zeven door een planktonnet, planktonemmertje of anderszins door planktongaas te filtreren. Het pompen kan onder de wateroppervlakte geschieden, dan wel op elke gewenste diepte door het neerlaten van een met merktekens voorziene plastic-slang. Deze slang is aan de pomp bevestigd en aan het vrije einde voorzien van een trechtervormig mondstuk.

Het laten bezinken van het plankton in één liter ongezeefd water na fixatie, is voor het vangen van zoöplankton en van crustaceeën in het bijzonder absoluut onvoldoende, omdat als regel de zoöplankters zo weinig voorkomen, dat men nauwelijks enkele exemplaren in één liter zou aantreffen.

Bij de hierboven aangegeven vangmethode kunnen wel enkele exemplaren, b.v. van

Cyclops, bemachtigd worden, doch velen daarvan zijn juvenielen. Voor determinatie van de soort is het beslist noodzakelijk volwassen exemplaren, waaronder vrouwelijke met eierpakketjes, te bekijken. Bij zeer veel planktonlijsten van andere onderzoekers komt dan ook de term Cyclops juv. of spec. voor, omdat volwassen exemplaren aan het monster ontbraken.

Om deze te bemachtigen, zijn vangsten nodig met een z.g. crustaceeënnet, een vrij groot net van crustaceeëngaas (maaswijdte 260 micron) met een zeer wijde ingang. Dit net wordt achter een boot door het water gesleept. Er wordt zo langzaam gevaren, dat het net, dat iets is verzwaard aan het uiteinde, onder water blijft. Gedurende vijf of meer minuten wordt gevaren, waarna het net aan boord wordt gehaald. De vangst wordt dan overgebracht in een kleine fles en de massa gefixeerd met formaline of alcohol.

Geschiedt dit verzamelen altijd met hetzelfde net, op dezelfde wijze en even lang, dan is de gevangen hoeveelheid zoöplankton - w.o. Cyclops - maatgevend voor de rijkdom aan zoöplankton van het onderzochte water. Als men deze bepaling op gelijke of vlak bij elkaar liggende data verricht, dan mag men deze crustaceeënvangsten onderling vergelijken. Zo kan men daaruit concluderen dat het ene grindgat rijker is aan Cyclops dan het andere.

Een bezwaar blijft dat men de hoeveelheid met het crustaceeënnet afgezeefd water slechts bij benadering kan bepalen.

Bij de vangst met een crustaceeënnet verzamelt men ook al het overige zoöplankton, voorzover het niet zo klein is dat het door de mazen van het gaas wordt gedrukt.

Bij het bemonsteren van een aantal grindgaten en de Maas bij het onderzoek in 1956, is met het crustaceeënnet gedurende vijf minuten gesleept met een motorboot halve kracht, nadat uit het grindgat 20 (C) eerst door filtreren door planktongaas van 100 liter opgepompt water een schrale oogst aan zoöplankton werd verkregen. In augustus 1956 zijn derhalve een aantal grindgaten met het crustaceeënnet bemonsterd, waarvan de analyses van het zoöplankton in tabel VI zijn neergelegd. In deze tabel is eveneens aangegeven hoe de gevangen hoeveelheden, voor elk grindgat in cm^3 geschat, onderling vergelijkbaar zijn. In 1959 werd door het oppompen van water het zoöplankton, en dus ook Cyclops, verzameld.

1. Cyclops

Mevr. G.M. v. Oorde determineerde de soorten Cyclops met Harding & Smith, Freshwater Biological Association, scientific publication, no. 18, 1960: "Key to the British Freshwater Cyclopoid and Calanoid Copepods".

De resultaten zijn in tabel VII bijeengebracht betreffende de punten 1, 2 en 3 van de grindgaten A, B, C en D.

Grindgaten 1959 Gravel pits	A				B				C				D	Maas Meuse			dam bij weir at) Roermond	
Grindgaten 1956 Gravel pits	12	12a	13	14	15	15a	16	19	20	20 ⁴	23	23 ⁴	25	monsterpunt 8 9 9 station			boven up- stream	beneden down- stream
soorten species																		
Asplanchna priodonta	-	-	§	-	-	-	-	-	o	+	+	-	o	-	-	-	-	-
Bosmina coregoni	+	+	+	-	§	+	+	+	§	§	§	?	?	+	-	+	-	?
Brachionus calycifloris var. pala	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	?	+	-	?
Brachionus calycifloris f. amphiceros	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Brachionus quadridentatus var. brevispinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Codonella lacustris	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclops oithonoides	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
Cyclops vicinus	-	-	§	-	§	-	-	-	§	§	§	§	§	-	-	-	-	-
Cyclops juv.	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
Daphne cucullatus	-	-	?	-	•	+	-	-	?	+	?	+	?	-	-	-	-	-
Filinia longiseta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Keratella cochlearis	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	?	-
Keratella cochlearis tecta	+	?	?	?	-	?	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-
Keratella quadrata	+	+	-	-	-	-	-	-	?	+	+	+	?	+	+	?	-	-
Larven v. Dreissena	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leptodora kindti	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Nauplii	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Platylabus quadricornis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
Polyarthra	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Tintinnidium fluviatile	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
hoeveelheid geschat in cm ³ estimated quantity	3	2	10	3	15	2	5	2	9	42	18	22	4	3	3	3	5	6
vliegias: fly ash	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+

- niet gezien not noticed
+ aanwezig present
? aanwezig met eieren present, with eggs
o veel many
ö veel met eieren many, with eggs
• zeer veel abundant
§ zeer veel met eieren abundant, with eggs

Tabel VI Zoöplankton, gedurende vijf minuten aan de oppervlakte verzameld met crustaceën-net op 30/31 augustus 1956 in grindgaten en in de Maas bij Roermond (alleen in de grindgaten 20 en 23 ook op 4 m diepte).

Table VI Zooplankton, gathered at the surface during 5 minutes, on August 30th and 31st, 1956 in gravel pits and in the Meuse near Roermond (in the gravel pits 20 and 23 also at a depth of 4 m).

Uit tabel VII (blz. 36) is op te maken dat:

grindgat A het minste Cyclops heeft,

grindgat C beter bezet is met Cyclops, ook op punt 1 en zelfs in december een duidelijke nagroei vertoont,

grindgat D het rijkst is aan Cyclops, ook op punt 1, zowel in oktober als in december en dat

grindgat B weinig Cyclops bezit; na het inleiden van vervuild water uit de Geleen-Molenbeek in 1959 zijn in oktober nog slechts enkele exemplaren te vinden.

Het bleek, dat water van 2-4 meter diepte onder de oppervlakte opgepompt wel

geen andere soorten bevatte, maar een grotere hoeveelheid Cyclops (tabel VI). Dit wordt geacht in verband te staan met het uur van de dag en de intensiteit van het zonlicht. Het is zeker dat migratie van Cyclops plaatsvindt, waardoor gelaagdheid geregeld voorkomt. De vermeerdering van Cyclops en ander zoöplankton is, zoals men mag aannemen, evenredig aan het beschikbare phytoplankton, waarvan nannoplankton het belangrijkste is en waarvan de dichtheid reageert op de intensiteit van het licht, voorzover het in het water door-dringt.

In 1956 zijn in de Maas zeer zelden volwassen Cyclopssoorten aangetroffen en sporadisch juvenielen. Ook in 1959 werd het ontbreken van Cyclops in de Maas vastgesteld (tabel III en VI).

1959	A punten 1 2 3 stations			B punten 1 2 3 stations			C punten 1 2 3 stations			D punten 1 2 3 stations		
<u>9 juni</u>												
<i>C. hyalinus</i>	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-
<i>C. oithonoides</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	?	-	+	-
<i>C. vernalis</i>	-	+	-	-	-	?	-	+	-	-	+	-
<i>C. vicinus</i>	-	-	-	-	-	?	-	•	?	-	+	+
<u>5 augustus</u>												
<i>C. hyalinus</i>	-	-	-	-	-	?	?	+	-	-	+	+
<i>C. oithonoides</i>	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+
<i>C. vernalis</i>	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	?
<i>C. vicinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
<u>7 oktober</u>												
<i>C. hyalinus</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	+	?	?	-
<i>C. oithonoides</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	?	?	-
<i>C. vernalis</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-
<i>C. vicinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<u>10 december</u>												
<i>C. hyalinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>C. oithonoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>C. vernalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	•	•	+	-	-
<i>C. vicinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	•	•	+	•	+
<i>Diaptomus juv.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
- niet gezien	not noticed											
+ aanwezig	present											
? aanwezig met eieren	present, with eggs											
o veel	many											
• veel met eieren	many, with eggs											
• zeer veel	abundant											
• zeer veel met eieren	abundant, with eggs											

Tabel VII Overzicht van de vangsten van Cyclops-soorten in de grindgaten A, B, C en D op 9 juni, 5 augustus, 7 oktober en 10 december 1959.

Table VII Record of Cyclops species caught in the gravel pits A, B, C and D on June 9th, August 5th, October 7th and December 10th, 1959.

2. Staurophrya elegans Zach.

Deze planktonische suctorie wordt in de Synopsis op pag. 82 vermeld als alleen een paar maal gevonden in de Vecht door Redeke. Een goede afbeelding is

te vinden in Eyferth II, 1927, pag. 283, fig. 815 en in Kudo, Protozoölogy, 1954, pag. 866, fig. 386b.

Omdat deze typische soort óf voorbij gezien werd óf nog weinig bekend was, is het van belang te vermelden dat zij bij herhaling gevonden is in water van de Maas en in de grindgaten B en C, meestal in de winter.

3. Kwalletjes

Bij herhaling is in het water van de Maas een kwalletje gevonden, soms in verscheidene exemplaren. Het was onmogelijk aan het gefixeerde materiaal de soort te bepalen. In de gedetailleerde bij het RIVON berustende lijsten vindt men de vondsten aangetekend.

In verband met het bovenstaande is het te betreuren dat men nog zo weinig weet van het menu van het zoöplankton in de vrije natuur. Wanneer men naar plankton-associaties gaat zoeken, is één der belangrijkste vraagpunten: wie door wie gegeten wordt!

CONCLUSIES

Uit de onderzoeken - zij het ook niet zo volledig uitgevoerd als wenselijk was en in aanmerking nemende dat de zomer en herfst van 1959 abnormaal warm, zonnig en droog waren - kunnen conclusies getrokken worden, die voor praktijk en verdere studie van belang zijn. Zij worden hieronder vermeld:

1. De uitkomsten van de chemische bepalingen, zoals in dit rapport geïnterpreteerd, bleken een juist beeld te geven van de biologische hoedanigheid van het onderzochte water.
2. De planktonanalyses, mits de bemonstering gelijktijdig wordt uitgevoerd met die voor het chemisch onderzoek, zijn een belangrijke steun voor de scheikundige interpretatie.
3. Uit de talrijke, moeizaam verkregen planktonanalyses alleen zou men zeer voorzichtig gevolgtrekkingen mogen maken, tenzij ze, zoals bij dit onderzoek, gesteund worden door chemische uitkomsten. De gevonden soorten - algemeen of zeldzaam - laten geen positieve conclusie toe omtrent hun functie in het water ten aanzien van de biologische omzettingen. Misschien hadden hier chlorophylbepalingen inzicht kunnen verschaffen.
4. Het chloridegehalte in de grindgaten is in de diepte niet hoger dan aan de oppervlakte. Van de grindgaten bleek het door verdamping tijdens de zomermaanden iets hoger te zijn dan dat van de Maas; soms was het omgekeerde het geval, al naar gelang de grootte van de waterafvoer van de Maas.
5. Het water van de grindgaten bevat een belangrijke hoeveelheid zuurstof over de gehele diepte en steeds méér dan dat van de Maas.
6. De grindgaten bezitten tot in de diepste lagen een ruime bezetting met phytoplankton. Zij bevatten minder nannoplankton dan de Maas, maar meer zoöplankton. Het plankton in de Maas nam benedenstrooms toe.
7. Uitwisseling van plankton tussen Maas en grindgaten of omgekeerd vond, althans gedurende de bemonstering, niet plaats. Een invloed van het water van de grindgaten op het Maaswater, ten goede of ten kwade, is uit dit onderzoek niet aantoonbaar.
8. De grindgaten bevatten een belangrijke hoeveelheid zoöplankton, w.o. Cyclops, die een voedselbron zijn voor jonge vissen. De Maas daarentegen bevat minder zoöplankton en geen Cyclops.

9. De stand van jonge vissen in de grindgaten is rijk, dank zij de gunstige voedselsituatie. Het is aannemelijk dat de in de grindgaten opgegroeide jonge vis bij open verbinding van de grindgaten met de Maas, in belangrijke mate bijdraagt tot aanvulling van de visstand in de Maas, mits de toegang blijft bestaan.
10. De grindgaten zouden zonder bezwaar voor de hoedanigheid van het Maaswater kunnen worden afgesloten. Terwille van de visstand in de Maas zouden, op aanwijzing van de Visserij-Inspectie en van het RIVON, enkele grindgaten open gehouden moeten worden.
11. De grindgaten verschillen onderling. Zij zijn, hoewel kunstmatig ontstaan, in de loop der jaren van grote biologische betekenis geworden. In het algemeen zou men grindgaten en enkele in het bijzonder als studieobject, voor de visserij en de hengelsport en ten behoeve van de recreatie moeten kunnen behouden. Het maakt daarbij weinig verschil of het grindgat al of niet van de Maas is afgesloten, aangezien de biologische gesteldheid van het water, de visstand daarbij inbegrepen, een op zichzelf staande eenheid vormt.
12. De ervaring met het grindgat B kan een aanwijzing zijn voor de mogelijkheid tot het benutten van een grindgat voor de reiniging van afvalwater, als men de daarbij plaatsvindende chemische en biologische processen op de voet zou hebben gevolgd. Daaruit zouden belangrijke conclusies te trekken zijn geweest bij een eventuele benutting van andere grindgaten. In de toekomst moet men dit proces beter in het oog houden.
13. Ten bate van het biologisch planktononderzoek en de verdere studie van de ontwikkeling van vele soorten, zou een voortgezet chronologisch onderzoek gedurende het tijdsverloop van een geheel jaar aan te bevelen zijn en er ongetwijfeld toe kunnen bijdragen de kennis met betrekking tot het plankton te verruimen. Bovendien zou een bacteriologisch onderzoek aan te bevelen zijn.

INVESTIGATIONS ON THE WATER OF SOME GRAVEL PITS AND THE MEUSE

by N.L. Wibaut-Isebree Moens, with assistance from
G.M. van Oorde-de Lint (plankton research) and
Z. Salverda (final drafting).

The Meuse rises in Auvergne and flows through France, Belgium and the Netherlands into the North Sea. There are several tributaries and numerous brooks.

The Meuse is fed by rainwater only, and the quantity varies from season to season. Measured at the weir at Borgharen, the water movement in 1959 varied from nearly 0 to 1250 m³/sec.

Navigation in this inconstant river has been made possible by building movable weirs for the control of the water, as well as sluices enabling vessels to pass up or down the river from one reach to the other.

There are a great number of weirs and sluices in the Belgian part of the Meuse (Map I). In the Dutch province of Limburg there are 7 weirs and sluices, viz. at Linne, Belfeld, Sambeek, Roermond, Grève (all built in 1929), at Borgharen (built in 1931) and at Lith (built in 1936).

When the quantity of river water passing Borgharen exceeds 950 m³/sec. some or all weirs are removed. This is usually only done in winter.

It occurred in 1959 from 7th till 10th January. Navigation is impossible then. A good deal of this excess fast-flowing water runs into the North Sea, carrying also quantities of water from the gravel pits.

As soon as the quantity of water decreases, the weirs are set up again and the usual water-mark in the reaches and the gravel pits is restored. During this period water from the gravel pits is mixed with water from the Meuse. Chemical and biological research should therefore be carried out in future for a whole year, for instance every month or fortnight, and not in summer only, as in 1959.

The Meuse over a length of 175 km and several gravel pits were studied chemically and biologically in 1949, 1955/1956 and 1959.

Waste-water from mining, chemical plants and sewage water from a dense population in Belgium and Limburg is carried into the Meuse directly or through tributaries and numerous brooks. Since the quantities of waste-water are almost constant throughout the year and the quantity of rain-water in the Meuse is much less in summer than in winter, heavy pollution of the water might be expected in summer. However, as research has proved, this is not the case; on the contrary, self-purification of the water in the Meuse during its course through Limburg is very active, e.g. oxygen increases rapidly in summer, in spite of the large amounts of waste-water.

The nature of self-purification has been traced. In the years 1949 and 1955/1956 the following was found:

- 1^o. As the weirs reduce the speed of the stream, detritus from the turbid and polluted water settles, the transparency for daylight increases and plankton prospers, thus improving the quality of the water.
- 2^o. When passing the weir, the water of the Meuse forms a cascade of about 2 - 4 meters; in this way aeration increases the oxygen by 1 - 2 mg/l, which promotes purification.

GRAVEL PITS

In 1959 the possible influence of the gravel pits on self-purification was examined.

Concrete works and highway construction in the Netherlands require great quantities of gravel (approximately 10,000,000 tons per annum) from Limburg. From 1929 to 1935 gravel and sand were dredged from the Meuse proper. After 1935 the material was taken from the banks, since formerly gravel banks settled in the inner curve of the river where the water has flowed more slowly. Thus when the dredging of the sand and gravel is finished, gravel pits or pools result.

A great number of artificial pools were formed in this way in Limburg, covering an area of 1000 ha, which area increases by 65 ha a year (Map II).

A narrow entrance leads to these gravel pits through which dredging machines and vessels pass in and out.

Dredging licenses are issued by the Provincial Office. One requirement for the licence is that the entrance to the gravel pit must be closed as soon as dredging is finished. However, as in many gravel pits dredging goes on for years, vessels pass in and out continuously, and the entrance to the Meuse remains open. These large bodies of non-polluted water form appendices to the river.

Thus water from the gravel pits may blend with the Meuse proper (and vice versa), thus influencing the self-purification.

This mixing problem was the object of the research undertaken in 1959. For this purpose, of 18 gravel pits studied in 1955-1956, 4 were chosen by the State Institute for Nature Conservation Research (RIVON), viz. those expected to be of biological interest. They are designated A and B on the right side of the river, as C and D on the left side, between km. stone 40 and km. stone 60 (Map II).

These 4 gravel pits were sampled for chemical and biological analyses on June 9th, August 5th, October 7th and December 10th.

In each gravel pit three sampling stations were chosen in station 1 (50 m. from the entrance), station 2 (in the middle of the pool), station 3 (as far out as possible).

At each station samples were taken by pumping in station 1 at 0,5 m below the surface, at station 2 at 0,5 m below the surface and near the bottom; at station 3 three samples were taken, viz. one at 0,5 m below the surface, one near the bottom and one halfway between the surface and the bottom.

In the Meuse proper, upstream and downstream (M up and M do) from the entrance of each gravel pit, samples were taken at 0,5 m below the surface and moreover at the stations 8 and 9 in the middle of the stream. In every instance samples were taken for oxygen, chloride, oxygen consumption (BOD), pH and temperature of the water.

As for the BOD, two results were noted, (1) the classical one for the residue of oxygen after 5 days in a dark autoclave at 22° C, and (2) the oxygen production in daylight, placing bottles of the same water in a basin containing water of 22° C and in the laboratory at a window facing north.

For plankton sampling, simultaneously with the chemical sampling, at each station 6 cc formalin was added to one litre of water; in addition 25 litres of water were filtered through a plankton gauze, after which formalin was added. In this way the nannoplankton of one litre settled after a week. The macroplankton was obtained by filtering the 25 litres, and thereafter preserved by formaline.

All chemical tests were made by Ph. Jansen in the laboratory of the Provincial Board of Limburg at Maastricht (Table I). All plankton analyses were compiled by Mrs. G.M. van Oorde, J. van der Heide and the author at the Hugo de Vries Laboratory at Amsterdam and at the Hydrobiological Institute at Nieuwersluis.

Very detailed lists as well as all plankton samples are in the records of RIVON at Zeist. A schedule of these lists is given in table III. Several species worth closer attention will be found in Chapter V.

In September 1959 water of the "Geleen and Molenbeek", a brook carrying heavily polluted water from a mining district, was led into gravel pit B (fig. II).

As a result oxygen decreased, chloride and BOD increased, and phytoplankton died. During daylight, hardly any oxygen production took place in September, as shown in fig. I, III and IV and table I, the gravel pit B being quite filled up with polluted water.

In 1955 small fishes were caught in several gravel pits. Their length and number were noted as well as the contents of their gut. Fish caught at night held no food and fish caught in the afternoon much food, especially Cyclops.

CONCLUSIONS

From the above research - even though not as complete as desired and taking into consideration that the summer and autumn of 1959 were extraordinary warm, sunny and dry - conclusions can be drawn which are of importance for further study. They are as follows:

1. The results of the chemical analyses (which can be obtained within a week of the date of sampling) give an accurate picture of the biological conditions of the water investigated (Table I, Fig. I, III and IV).
2. On the other hand, analyses of plankton can be a valuable aid to the chemical research provided that plankton and chemical sampling are undertaken simultaneously.
3. As it was not possible to carry out plankton countings, conclusions from the numerous plankton analyses, obtained with great difficulty, should be made with the utmost reservation, as the species noted (Table III), whether common or rare, do not permit any positive conclusion about their function in the water with regard to the biological changes. Perhaps chlorophyll analyses, had they been made, might have provided some information on this matter.
4. The water from the gravel pits contains a considerable quantity of oxygen over its entire depth, and always more than that of the Meuse (Table I, II and IV).
5. The chloride load in the gravel pits differed only slightly from that of the Meuse; at the deepest points in the gravel pits there is no more chloride than at the surface. The chloride load in the gravel pits was found to be slightly higher than that of the Meuse, this being caused by summer evaporation. The reverse could be noted as well, depending on the rainfall. (Table I and II, Fig. I).
6. The gravel pits contain less nannoplankton than the Meuse but more zooplankton. (Table III and V). There was no exchange of plankton between the Meuse and the gravel pits, at least not during the sampling. The quantity of plankton in the Meuse was increasing downstream.
7. Even at the deepest points the water of the gravel pits contains large quantities of phytoplankton. This plankton occurs as densely at the surface as close to the bottom.

8. The gravel pits contain a good deal of crustacea, of which cyclops forms an important source of food for young fishes. The Meuse proper, however, contains less zooplankton and practically no cyclops. (Table III, VI and VII).
9. Owing to the favourable food situation there is an abundance of young fish in the gravel pits. One plausible theory is that young fish hatched in the gravel pits contribute largely to the fish supply of the Meuse, provided the communication of the gravel pits with the Meuse remains open.
10. Any influence - good or bad - of the water of the gravel pits on the water of the Meuse could not be proved by this research. Thus the gravel pits could be closed without injury to the quality of the water of the Meuse. However, concerning the stocks of fish it will be advisable to keep open a few gravelpits, in accordance with recommendations made by the fisheries Inspection of the Ministry of Agriculture and Fisheries and the RIVON.
11. The gravel pits vary (Table I and III, Fig. I, III and IV).
Though created artificially, they have become of great biological value over the years. Gravel pits in general, and some of them in particular, should be maintained as an object of study and also for fish culture and angling, as well as for recreation.
Whether or not a gravel pit has been cut off from the Meuse, the biological condition of the water - fish included - forms an entity.
12. The experience gained at gravel pit B, could have given a valuable insight into the purification of waste-water if the chemical and biological processes had been followed more closely (Table I and III, Fig. I, III and IV).
This should be borne in mind for the future.
13. For the benefit of biological analysis of plankton and for further study on the development of various species, continued chronological research for a full year is necessary.
Bacteriological study is also very advisable.