

NN31545.1061

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

Nota 1064 ^{III}

mei 1978

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

WERKGROEP NOORD-HOLLAND

II

CHLORIDE-, STIKSTOF-, EN FOSFAATBELASTING
VAN POLDERWATER DOOR GAS- EN KOELBRONNEN

Ing. C.G. Toussaint

en

T. Boogaard

30 OKT. 1990
30 OKT. 1990

ISBN = 5220364

1941
1942

NOTA 1061

mei 1978

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

WERKGROEP NOORD-HOLLAND
II

CHLORIDE-, STIKSTOF-, EN FOSFAATBELASTING
VAN POLDERWATER DOOR GAS- EN KOELBRONNEN

Ing. C.G. Toussaint

en

T. Boogaard

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.

De heer T. Boogaard is medewerker van het hoogheemraadschap
der Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en Westfriesland.

INHOUD

	blz.
1. INLEIDING	1
2. GEBIEDSBESCHRIJVING	2
2.1. Ligging	2
2.2. Geohydrologische gesteldheid	2
3. GAS- EN KOELBRONNEN	3
4. BESCHIKBARE GEGEVENS	4
5. BESPREKING RESULTATEN	5
5.1. Wateropbrengst van de gas- en koelbronnen	5
5.2. Gasopbrengst van de bronnen en chemische samenstelling van het gas	6
6. KWALITATIEVE EN KWANTITATIEVE INTERPRETATIE	9
6.1. Chlorideconcentratie en Cl-belasting	9
6.2. Stikstofconcentratie en N-belasting	10
6.3. Fosfaatconcentratie en P-belasting	12
7. DISCUSSIE EN SAMENVATTING	15
8. LITERATUUR	18

1. INLEIDING

In het kader van het onderzoek naar de hydrologie en waterkwaliteit in Noord-Holland, dat medio 1976 is aangevangen, werd aandacht besteed aan de in het gebied voorkomende gas- en koelbronnen en de invloed daarvan op de kwaliteit van het oppervlaktewater c. q. polderwater.

De voorhanden zijnde gegevens, afkomstig van recente inventarisatie van de bronnen, passen goed in het in de komende jaren uit te voeren waterkwaliteitsonderzoek. Daarom werd besloten deze gegevens reeds nu bij elkaar te brengen. Het betreft hier in hoofdzaak de chloride-, stikstof- en fosfaatbelasting van het polderwater door de nog functionerende gas- en koelbronnen.

De eerste gasbronnen zijn reeds in de vorige eeuw, namelijk in 1895 geslagen. Omstreeks 1940 bereikte het aantal zijn top met ongeveer 3000 bronnen.

In het kader ter bestrijding van verontreiniging en verzilting van oppervlaktewater is via besluiten van gedeputeerde staten van Noord-Holland een verordening vastgesteld. Deze houdt in dat het verboden is afvalstoffen, verontreinigende of schadelijke stoffen dan wel verzout water te brengen of te laten lopen in de wateren die behoren tot een groot aantal boezemgebieden. Vele gas- en koelbronnen veroorzaken water- en zoutbezwaar. Aan de houders van bronnen kan door het hoogheemraadschap der Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en Westfriesland ontheffing van het verbod worden verleend tegen gehele of gedeeltelijke vergoeding van de kosten (PROVINCIAAL BLAD VAN NOORD-HOLLAND, 1964, 1967). Ondanks genoemde verordening waren in 1975-1976 nog ca. 880 werkende bronnen in het onderzoeksgebied aanwezig.

De in het verslag vermelde resultaten zullen te zijner tijd in een later stadium van het onderzoek in Noord-Holland nodig zijn, bijvoor-

beeld voor het berekenen van de bijdrage aan de water- en zoutbelasting door gas- en koelbronnen.

Deze nota heeft echter allereerst tot doel om aan de hand van bestaande gegevens een globaal inzicht te verkrijgen in de directe gevolgen van de bronnen voor de kwaliteit van het polderwater.

2. GEBIEDSBESCHRIJVING

2.1. Ligging

Het in dit onderzoek beschouwde gebied, aangeduid als 'Noord-Holland', wordt in het westen begrensd door de Noordzee, in het zuiden door het Noordzeekanaal en het IJ, in het oosten door het IJsselmeer en in het noorden door de Waddenzee (de eilanden Texel en Marken zijn niet in het onderzoek opgenomen). Het gebied beslaat een zevental vrij grote en grote waterschappen c. q. hoogheemraadschappen. Er komen veel droogmakerijen voor, waarvan een aantal met name de Beemster, Heerhugowaard, de Purmer, de Schermeer, Starnmeer, de Wijde Wormer en enige kleinere polders reeds enkele eeuwen geleden is drooggelegd. De Wieringermeer is vrij recent, namelijk omstreeks 1930 ingepolderd (zie overzichtskaart, bijlage I).

De oppervlakte aan cultuurgrond bedraagt circa 112 000 ha. Boezem- en polderwateren hebben een oppervlakte van respectievelijk circa 8600 ha en 3100 ha (COMMISSIE WATERVOORZIENING NOORD-HOLLAND, BENOORDEN HET NOORDZEEKANAAL, 1977).

2.2. Geohydrologische gesteldheid

De geologie van het gebied is in de literatuur globaal beschreven. In het kader van het uit te voeren onderzoek zal hieraan echter nog ruime aandacht worden besteed om te komen tot meer gedefinieerde uitspraken (POMPER, VAN REES VELLINGA, WITT).

Over de hydrologie is in het algemeen weinig bekend. Evenals in Midden-West-Nederland heeft Noord-Holland een gecompliceerd waterhuishoudingssysteem met vele waterlopen en kunstwerken zoals sluizen en gemalen, om zowel afvoer als aanvoer van water te kunnen regelen.

Bij de processen rondom de kwaliteit van het oppervlaktewater in een gebied als Noord-Holland speelt het diepe grondwater zowel kwantitatief als kwalitatief een belangrijke rol.

De waterstaatkundige toestand in Noord-Holland wordt onder meer gekenmerkt door grote verschillen in polderpeilen. In een aantal polders en droogmakerijen worden extreem lage peilen van circa 5 m tot 6 m -NAP aangetroffen. Deze worden begrensd en/of omsloten door polders met hoge peilen. In de langs de Noordzee gelegen duinen kunnen hoge grondwaterstanden van enkele meters + NAP voorkomen. Bovengenoemde situatie resulteert in een diepe grondwaterstroming van de rand van het gebied naar de laaggelegen polders, waarbij wegzijging plaatsheeft vanuit de duinen, de relatief hooggelegen polders en de in het gebied voorkomende plassen en meren.

De, als gevolg van de 'diepe' grondwaterstroming naar de lage polders, optredende kwel heeft, afhankelijk van het chloridegehalte en concentratie van andere ionen, verzilting c. q. verontreiniging van het polder- en boezemwater tot gevolg. Behalve kwel kunnen wateronttrekking ten behoeve van de industrie en de plaatselijk talrijke gas- en koelbronnen een bijdrage tot de verontreiniging van het oppervlaktewater leveren.

3. GAS- EN KOELBRONNEN

De meeste bronnen, voorheen veelal wellen genoemd, zijn al jaren geleden, kunstmatig aangelegd. Ze worden aangetroffen in de lager gelegen polders, waar het diepe grondwater een overdruk heeft t. o. v. het polderpeil. Door een buis door de afsluitende laag te drijven, kwelde water door deze buis omhoog. De diepte van de bronnen varieert van 25 tot 80 m beneden maaiveld. Het naar boven kwellende water voert gas mee naar boven, dat jaren lang werd gebruikt voor koken en verlichting. Momenteel wordt het water van

5. BESPREKING RESULTATEN

5.1. Wateropbrengst van de gas- en koelbronnen

De hoeveelheden water die de bronnen leveren blijken onderling aanzienlijk te verschillen. Dit is onder meer afhankelijk van de plaats waar en de diepte waarop de buizen zijn geplaatst. In het algemeen leveren de bronnen in de diepste polders het meeste water. Dit wordt onder andere veroorzaakt door de grotere verschillen in stijghoogten tussen het diepe - en ondiepe grondwater.

De gemiddelde wateropbrengst, berekend over alle bronnen die in het onderzoeksgebied voorkomen, bedraagt ca. $2,4 \text{ m}^3/\text{h}$. De opbrengst van de bronnen in de verschillende polders varieert van $0,3 \text{ m}^3/\text{h}$ water tot $4,1 \text{ m}^3/\text{h}$ water. Zeer hoge opbrengsten namelijk van $10 \text{ m}^3/\text{h}$ à $11 \text{ m}^3/\text{h}$ water zijn gemeten aan een aantal bronnen in de Wieringermeerpolder.

Het totale aantal in het gebied voorkomende gas- en koelbronnen levert een hoeveelheid water van 18,4 miljoen m^3 per jaar of $0,58 \text{ m}^3/\text{s}$. Berekend over de totale oppervlakte van de polders, waarin de bronnen voorkomen, namelijk 54 000 ha, komt de totale wateropbrengst overeen met 34 mm per jaar. De uiterste waarden tussen de polders onderling lopen uiteen van 282 mm water in de polder Baarsdorpermeer tot ca. 2 mm water per jaar in de polder de Schagerwaard. De gemiddelde wateropbrengsten worden voor de afzonderlijke polders weergegeven in de tabellen 2 en 4. Het aantal nog werkende gas- en koelbronnen loopt per polder sterk uiteen. Er komen polders voor waarin nog slechts één bron aanwezig is. Daarnaast zijn er polders met een groot aantal. In de Beemster bijvoorbeeld met een oppervlakte van ruim 7000 ha, komen 307 gasbronnen voor, welke gezamenlijk $17\,808 \text{ m}^3/\text{d}$ water of 6,5 miljoen m^3 c.a. 90 mm water per jaar leveren. Uit vroegere berekeningen (1935-1936) is op te maken dat de bijdrage van gas- en koelbronnen aan de waterbelasting van genoemde polder de Beemster circa 56% heeft bedragen. In een verder stadium van onderzoek, wanneer de overige posten van de waterbalans bekend zijn, zullen deze bijdragen per polder vrij exact kunnen

worden vastgesteld.

De lokatie van het aantal gas- en koelbronnen in het onderzoeks gebied zijn opgenomen in bijlage II.

5.2. Gasopbrengst van de bronnen en de samenstelling van dit gas

Ondanks het feit dat winnen van brongas momenteel niet meer belangrijk en waarschijnlijk niet meer rendabel is, kan worden vermeld, dat de totale gasproduktie echter niet gering is. Uit vroegere metingen is aangetoond, dat uit 10 m^3 water 1 m^3 gas kon worden gewonnen. Voor het gebied waarin de ca. 880 bronnen voorkomen betekent dit een produktie van circa 1,8 miljoen m^3 gas per jaar; voor een polder als de Beemster zou dit een produktie opleveren van ca. $650\,000 \text{ m}^3$ per jaar.

Vrijwel algemeen wordt aangenomen dat het methaangas het eindprodukt is van een afgelopen rottingsproces van planten en dieren onder anaerobe omstandigheden.

Het meest aannemelijk is de opvatting dat het gas in de dieptelagen sedert voorhistorische tijden daar heeft vastgezeten omdat het niet kon ontwijken door de erboven liggende dichte (klei) lagen. Zeer waarschijnlijk hebben de rottingsprocessen oorspronkelijk in zoet water plaatsgehad en zijn deze watervoerende lagen door het opdringen van zout water brak geworden. Uit diepboringen is reeds gebleken dat op verschillende diepten afwisselend lagen zoet en zout water worden aangetroffen.

Uit vroegere onderzoeken is de samenstelling van brongas bepaald, namelijk in de Beemster. In tabel 1 wordt de samenstelling weergegeven (NEDERLANDSE VERENIGING TEGEN WATER-, BODEM- EN LUCHTVERONTREINIGING, 1950).

Uit de gegevens in tabel 1 kan worden geconcludeerd dat het brongas een bijzonder hoog percentage aan methaan bevat, zodat een groot deel als effectieve brandstof (energie) zou kunnen worden gebruikt. Opvallend is eveneens het percentage stikstof, waaruit blijkt dat in de bodem vrij veel stikstof voorkomt. Het brongas dat

Tabel 1. Samenstelling brongas in %

Nummer gasbron	CH ₄	N	CO ₂	O	H	CO
1	91,8		8,2			
2	83,6		16,4			
3	79,7		20,3			
4	88,4		11,6			
5	86,5	4,4	9,1			
6	84,6	6,2	9,2			
7	79,7	9,0	10,4	0,5	0,4	
8	57,1	36,3	6,0	0,4	0,2	
9	64,2	18,9	9,3	0,3	6,4	0,8
10	74,8	16,2	8,0	0,4	4,6	0,6
11	77,0	15,0	8,0			
12	72,5	19,0	8,0			
13	77,0	14,9	8,1			
14	82,9	6,3	10,8			
15	82,7	7,7	4,2	0,9	2,7	1,2

ook momenteel nog aan de oppervlakte komt richt geen directe schade aan, omdat het gas in de lucht ontwijkt en in hoeveelheden betrekkelijk gering is.

Het is niet bekend in welke mate het methaangas eventueel bijdraagt aan de luchtverontreiniging. Het is mogelijk, dat incidenteel bij een groot aantal bronnen bij elkaar hiervan hinder wordt ondervonden.

Opmerkelijk is dat de samenstelling van het zogenaamde brongas procentueel geheel anders is dan het gas dat in vuilstorten wordt aangetroffen. Hierin is de hoeveelheid methaan beduidend geringer en de hoeveelheid koolzuur aanzienlijk hoger (HOEKS, 1976).

Tabel 2. Chloridebelasting door gas- en koelbronnen

Naam polder	Oppervlakte in ha		Aantal bronnen		Cl-gehalte mg/l		Wateropbrengst m ³ /jaar		Chloridebelasting kg/jaar		Totale wateropbrengst m ³ /jaar	Totale chloridebelasting mm per jaar	Totale chloridebelasting kg/jaar	Gem. Cl-gehalte mg/l	
	totaal	water	zoete	zoute	zoete	zoute	zoete	zoute	zoete	zoute					
Anna Paulownapolder	2095	105	3	15	80	1266	28908	147694	2312	186981	176602	8,4	189293	90,4	1072
De Beemster	7100	355	158	149	126	888	3321792	3099668	418546	2752505	6421460	90,4	3171051	446,6	494
Beschoot	725	44	38	15	130	461	865488	338126	112313	155881	1203624	166,0	268394	370,2	223
Braakpolder	78	1,6	1	1	151	-	3650	-	551	-	3650	4,7	551	7,1	151
Etersheimerbraakpolder	47	1,9	4	3	103	-	100700	-	10372	-	100700	214,3	10372	220,7	103
Groot- en Waardpolder	1420	28	6	3	175	330	87600	35040	15330	11554	122640	8,6	26884	18,9	219
Heerhugowaard	3764	151	3	12	78	1666	68328	275940	5330	459716	344268	9,1	465046	123,6	1350
Kaagpolder	552	28	-	2	-	424	-	39420	-	16714	39420	7,1	16714	30,3	424
Niederkerke (polder het Oude Dijkje)	23	0,7	-	1	-	318	-	8760	-	2786	8760	38,1	2786	121,1	318
Sapmeerpolder	25	4	-	1	-	540	-	21900	-	11826	21900	87,6	11826	473,9	540
Noordeindermeer	168	27,4	7	2	114	2693	171696	48180	19573	129736	219876	130,9	149309	888,7	679
Purmer	2755	152	3	67	175	1202	63072	381744	11038	458856	444816	16,2	469894	170,6	1056
Schagerwaard	506	20	-	1	-	575	-	8700	-	5037	8700	1,7	5037	10,0	575
Schermeer	4750	250	9	27	122	991	188340	534360	22978	529551	722700	15,2	552529	116,3	765
Starnmeer en Kamerhop	585	23	1	6	250	1855	14016	83220	3504	154373	97236	16,6	157877	269,9	1624
Wieringermeer	19570	375	42	51	139	607	1582056	1724500	219906	1046772	3306555	16,9	1266678	64,7	383
Wieringerwaard	1813	54	7	25	191	528	141036	508518	26938	268498	649554	35,8	295436	162,9	455
Wogmeer	680	27	20	4	106	398	332880	76384	35285	30480	409464	60,2	65765	96,7	161
Wijde Wormer	1650	100	3	17	185	1239	49932	278218	9237	344712	328150	19,9	353949	214,5	1079
Waterland:															
Belmermeer	165	5	-	14	-	1474	-	287328	-	423406	287328	174,1	423406	2566,1	1474
Blijkmeer	50	1,5	-	2	-	1111	-	13140	-	14594	13140	26,3	14594	291,9	1111
Broekerveert Burkmeer	352	10,5	-	16	-	711	-	376680	-	267881	376680	107,0	267881	761,0	711
Monnickmeer	142	4,3	-	2	-	1065	-	3066	-	3266	3066	2,2	3266	23,0	1065
Noordmeer	133	5,3	-	8	-	981	-	141730	-	139099	141730	106,6	139099	1043,9	981
Westfriesland:															
Baarsdorpmeer	214	21	16	9	150	563	350400	259150	52560	145902	609550	281,8	198462	927,4	326
Drieband (1 polder in-)	19	0,4	1	1	200	2330	2500	2500	500	5825	5000	26,3	6325	332,9	1265
Grootslag (4 polders in-)	910	45,5	2	4	73	1840	52360	26281	3837	48357	78841	8,7	52194	57,4	662
Oosterpolder (3 polders in-)	255	15,3	1	-	87	-	21900	-	1905	1905	21900	8,8	1905	7,5	87
Westerkogge	2904	144	73	14	141	317	1598700	350400	222986	111077	1949100	67,2	334063	115,8	171
De Vier Noorderkogge (6 polders in-)	635	25,4	8	5	155	357	182208	114756	28242	40968	296964	46,8	69210	109,0	233
Totaal/gemiddeld	54085	2025,8	406	473	133	845	9227762	9185673	1223443	7766353	18413434	34,0	8989796	166,2	488

6. KWALITATIEVE EN KWANTITATIEVE INTERPRETATIE

6.1. Chlorideconcentratie en Cl-belasting

Uit de resultaten weergegeven in tabel 2, blijkt dat het chloridegehalte van het uitstromende water van de gas- en koelbronnen sterk uiteenloopt. Het gemiddelde Cl-gehalte van het bronwater, omgerekend per polder varieert van circa 1624 mg tot circa 87 mg per liter in respectievelijk de polders Starnmeer-Kamerhop en de polder Bangert in Westfriesland. In 17 van de 38 polders zijn in het bronwater chlorideconcentraties gemeten van meer dan 1 g per liter, terwijl in 12 polders hiervan Cl-gehalten voorkomen van meer dan 2 g per liter. De hoogste concentratie, namelijk meer dan 6 g per liter, is waargenomen in polder de Wijde Wormer. Naast extreem hoge Cl-gehalten komen zeer lage concentraties voor. Plaatselijk bevat het bronwater minder dan 50 mg chloride per liter. In het kader van het ontwikkelde beheer voor Schermerboezem c. a. is destijds vastgesteld dat voor de boezemwateren, bij een zoutgehalte van 200 mg Cl'/l van het IJsselmeerwater, over het algemeen een zoutgehalte van 250 mg Cl'/l zou kunnen worden bereikt. Op basis daarvan is besloten om met ingang van 1966 een zodanige heffing in te stellen dat kunstmatige verhoging van de haalbare zoutwaarde, boven een gehalte van 250 mg Cl'/l met een heffing zou worden belast (HOOGHEEMRAADSCHAP U. S., 1978). Van de 879 geïnventariseerde bronnen in het onderzoeksgebied zijn op grond van genoemde normstelling 406 zoete en 473 zoute bronnen aanwezig.

De verdeling van de gasbronnen naar het chloridegehalte is opgenomen in tabel 3. Hieruit blijkt dat het Cl-gehalte van het bronwater van iets minder dan de helft van het totaal aantal gasbronnen lager is dan 250 mg per liter; circa 53% bevat meer dan 250 mg per liter, waarvan 19% van het totaal aantal bronnen meer dan 1 g per liter.

Tabel 3. Verdeling van het aantal gasbronnen

Cl-gehalte in mg per liter	Aantal bronnen	Perc. van totaal
minder dan 250	410	46,6
tussen 250 en 500	168	19,1
tussen 500 en 1000	136	15,5
meer dan 1000	165	18,8
	879	100,0

Uit de gegevens kan worden geconcludeerd, dat het diepe grondwater uit de verschillende watervoerende lagen aanzienlijk in kwaliteit verschilt. Dit heeft consequenties ten aanzien van de chloridebelasting van het betreffende polderwater. Deze belasting is behalve van de chlorideconcentratie en de wateropbrengst afhankelijk van het aantal gas- en koelbronnen dat per oppervlakte-eenheid c. q. polder voorkomt. Meerdere bronnen dicht bij elkaar kunnen zowel de wateropbrengst als het gemiddelde Cl-gehalte in ongunstige of gunstige zin beïnvloeden (tabel 4 , bijlage II).

Aan de hand van de debieten en de concentratie is de totale chloridebelasting van de gas- en koelbronnen per polder berekend. Afhankelijk hiervan en van het aantal functionerende bronnen varieert de Cl-belasting van circa 550 kg per jaar (verwaarloosbaar klein) in de Braakpolder tot circa 3,2 miljoen kg per jaar in de Beemster. In 16 van de 38 polders bedraagt de belasting meer dan 100 000 kg chloride per jaar. De totale Cl-belasting van alle gas- en koelbronnen in het onderzoeksgebied bedraagt circa 9 miljoen kg per jaar. Hiervan wordt 4,4 miljoen kg of 44% bijgedragen door de polders de Beemster en de Wieringermeer (totale oppervlakte 26 670 ha).

De belasting per ha loopt uiteen van 7 kg tot 2566 kg chloride per jaar. Omgerekend over de totale oppervlakte van 54 000 ha waar gas- en koelbronnen voorkomen, bedraagt de Cl-belasting circa 166 kg per ha.jaar (tabel 2, bijlage I).

6.2. Stikstofgehalte en N-belasting

Aan de hand van de stikstofgehalten kan worden geconstateerd dat er in het bronwater c. q. grondwater veel anorganische stikstof wordt aangetroffen, welke afkomstig is van de in de bodem voorkomende veenresten, die plaatselijk in dikke lagen aanwezig zijn. Incidenteel zijn zeer hoge stikstofconcentraties (uitgedrukt in Kjeldahl-N) gemeten. De maximum gehalten variëren van 12 mg tot 64 mg N per liter, terwijl het gemiddelde N-gehalte in de polders uit-

Tabel 4. Chloridegehalten van bronwater en polderwater

Naam polder	Oppervlakte in ha		Aantal bronnen	Wateropbrengst per bron		Chloridegehalte gas-, koelbronwater			Chloridegehalte polderwater		
	totaal	water		m ³ /uur	m ³ /dag	gem.	max.	min.	gem.	max.	min.
Anna Paulownapolder	2095	105	18	1,1	26,4	1072	2820	70	1000	1350	550
De Beemster	7100	355	307	2,4	57,6	494	3110	28	513	990	310
Beschoot	725	44	53	2,6	62,4	223	720	43	250	310	180
Braakpolder	78	1,6	1	0,4	9,6	151	151	151	320	400	250
Etersheimersbraakpolder	47	1,9	4	2,9	69,6	103	102	95	130	160	100
Groot- en Waardpolder	1420	28	9	1,6	38,4	219	375	101	500	700	240
Heerhugowaard	3764	151	15	2,6	62,4	1350	2790	77	320	400	200
Kaagpolder	552	28	2	2,3	55,2	424	436	412	320	360	280
Niedorperkogge (polder Het Oude Dijkje)	23	0,7	1	1,0	24,0	318	318	318	-	-	-
Sapmeerpolder	25	4	1	2,5	60,0	540	540	540	510	570	450
Noordeindermeer	168	27,4	9	2,8	67,2	679	3560	74	1000	1600	400
Purmer	2755	152	70	0,7	16,8	1056	4060	102	655	950	400
Schagerwaard	506	20	1	1,0	24,0	575	575	575	340	400	280
Schermeer	4750	250	36	2,3	55,2	765	3450	33	1180	1810	730
Starnmeer en Kamerhop	585	23	7	1,6	38,4	1624	2620	250	960	1160	550
Wieringermeer	19570	375	93	4,1	98,4	383	3030	50	2010	4530	650
Wieringerwaard	1813	54	32	2,3	55,2	455	1200	135	365	520	150
Wogmeer	680	27	24	1,9	45,6	161	518	34	200	300	100
Wijde Wormer	1650	100	20	1,9	45,6	1079	6440	170	865	1150	290
<u>Waterland:</u>											
Belmermeer	165	5	14	2,3	55,2	1474	2130	486			
Blijkmeer	50	1,5	2	0,8	19,2	1111	1400	966			
Broekmeer + Burkmeer	352	10,5	16	2,7	64,8	711	1090	386			
Monnickmeer	145	4,3	2	0,2	4,8	1065	1430	919			
Noordmeer	133	5,3	8	2,0	48,0	981	1880	344			
<u>Westfriesland:</u>											
Baarsdorpermeer	214	21	25	2,8	67,2	326	834	77	370	530	340
Drieban (1 polder in)	19	0,4	2	0,3	7,2	1265	2330	200	295	-	-
Grootslag (4 polders in)	910	45,5	6	1,5	36,0	662	3650	53	295	-	-
Oosterpolder (1 polder in)	255	15,3	1	2,5	60,0	87	220	51	295	-	-
Westerkogge	2904	144	87	2,6	62,4	171	497	34	240	320	130
De Vier Noorder Kogge (6 polders in)	635	25,4	13	2,6	62,4	233	515	91	295	-	-
Totaal/gemiddeld	54085	2025,8	879	2,4	57,6	488	6440	28	548	4530	100

eenloopt van circa 3 mg tot 54 mg per liter; het gemiddelde gehalte over alle polders c. q. onderzoeksgebied, waarin gasbronwater voorkomt, bedraagt circa 18 mg N per liter (zie tabel 5).

Uit de gemeten concentraties kan worden geconcludeerd, dat al het gasbronwater aanzienlijk meer stikstof bevat dan de gestelde norm van $< 0,3$ mg totaal stikstof, die onder andere voor de eutrofiëring van oppervlaktewater wordt nagestreefd. In alle gevallen wordt de grenswaarde ruimschoots overschreden en verkeert het uitstromende bronwater in polytrofe toestand. Veelal zijn de polderloten waarin het water van de gas- en koelbronnen terechtkomt als gevolg van extra algen- en plantengroei vuil en troebel.

Bij de gemiddeld hoge zuurgraad namelijk pH 8,0 en hoger, die in veel polderwateren wordt aangetroffen, kunnen zich, afhankelijk van de temperatuur van het water, anaerobe situaties voordoen, waarbij de stikstof als ammoniak voorkomt. In verband met de toxiciteit van ammoniak voor vissen dient het gehalte lager te zijn dan $0,2$ mg $\text{NH}_3/1$ (MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT, 1975). De gemiddelde stikstofgehalten ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$) geven aanleiding tot de conclusie, dat de gestelde norm van $0,2$ mg $\text{NH}_3/1$ in aanzienlijke mate wordt overschreden. Als gevolg hiervan wordt in het oppervlaktewater van Noord-Holland vrij veel vissterfte waargenomen.

De N-belasting hangt mede af van de debieten en het aantal bronnen per oppervlakte-eenheid. Alle bronnen tezamen leveren een hoeveelheid van ruim 330 000 kg stikstof per jaar. De maximumbelasting berekend voor de droogmakerij de Beemster bedraagt circa 149 000 kg per jaar, de minimumbelasting circa 11 kg in de Monnickenmeer (polder in Waterland).

De stikstofbelasting, omgerekend over de oppervlakte van de polder loopt uiteen van circa $0,1$ kg N per ha. jaar tot circa 92 kg per ha. jaar. Alle gas- en koelbronnen tezamen leveren over een oppervlakte van 54 000 ha gemiddeld $6,1$ kg N per ha. jaar.

6.3. Fosfaatgehalte en P-belasting

Behalve stikstof bevat het gas- en koelbronwater ook fosfaat.

Tabel 5. Stikstof- en fosfaatbelasting door gas- en koelbronnen

Naam polder	Oppervlakte in ha		Aantal bronnen		Kjeldahl stikstof		Totaal fosfaat		Totale wateropbrengst		Totale stikstofbelasting		Totale fosfaatbelasting			
	totaal	water	gefnv.	totaal	gem. max.	min.	gem. max.	min.	m ³ /jaar	mm per jaar	kg N/jaar	kg/ha. jaar	kg P/jaar	kg/ha. jaar		
Anna Paulownapolder	2095	105,0	4	18	54,5	64,0	39,0	3,5	6,5	1,4	176602	8,4	9625	4,6	618	0,30
De Beemster	7400	355,0	10	307	23,2	33,0	11,0	3,7	4,9	2,6	6421460	90,4	148978	21,0	23759	3,35
Beschoot	725	44,0	6	53	13,5	17,0	11,0	2,6	3,2	1,7	1203624	166,0	16249	22,4	3129	4,32
Braakpolder	78	1,6	1	1	9,1	-	-	2,9	-	-	3650	4,7	33	0,4	11	0,14
Etersheimersbraakpolder	47	1,9	1	4	43,0	-	-	8,2	-	-	100700	214,3	4330	92,1	826	17,57
Groet- en Waardpolder	1420	28,0	2	9	15,5	16,0	15,5	4,4	4,9	3,9	122640	8,6	1901	1,3	540	0,38
Heerhugowaard	3764	151,0	3	15	16,7	18,0	14,0	2,9	3,6	2,2	344268	9,1	5749	1,5	998	0,27
Kaagpolder	552	28,0	-	2	28,8	-	-	4,1	-	-	39420	7,1	1135	2,1	162	0,29
Niederperkegge (polder Het Oude Dijkje)	23	0,7	1	1	11,0	-	-	2,9	-	-	8760	38,1	96	4,2	25	1,09
Sapmeerpolder	25	4,0	-	1	32,0	-	-	4,2	-	-	21900	87,6	701	28,0	92	3,68
Noordeindermeer	168	27,4	3	9	32,0	35,0	30,0	4,2	6,2	2,3	219876	130,9	7036	41,9	923	5,49
Purmer	2755	152,0	12	70	15,4	30,0	4,8	2,4	5,5	0,6	444816	16,2	6850	2,5	1068	0,39
Schagerwaard	506	20,0	1	1	21,0	-	-	2,4	-	-	8760	1,7	184	0,4	21	0,04
De Schermeer	4750	250,0	4	36	13,2	23,0	6,9	2,1	2,3	1,9	722700	15,2	9540	2,0	1518	0,32
Starnmeer + Kamerhop	585	23,0	1	7	5,5	-	-	1,7	-	-	97236	16,6	535	0,9	165	0,28
Westfriesland	4937	251,6	13	134	13,6	19,0	8,2	2,7	3,9	1,1	2961355	60,0	40274	8,2	7996	1,62
Wieringermeer	19570	375,0	11	93	8,6	18,0	2,1	1,9	2,9	0,8	3306555	16,9	28436	1,5	6282	0,32
Wieringerwaard	1813	54,0	3	32	28,8	43,0	8,4	4,1	5,9	1,4	649554	35,8	18707	10,3	2663	1,46
Wogmeer	680	27,0	2	24	13,0	16,0	10,0	2,5	3,6	1,3	409464	50,2	5223	7,7	1024	1,51
Wijde Wormer	1650	100,0	2	20	15,5	18,0	13,0	2,6	3,6	1,7	328150	19,9	5086	3,1	853	0,52
Waterland:																
Belmermeer	165	5,0	2	14	37,0	48,0	26,0	1,7	2,3	1,1	287328	174,1	10631	64,4	488	2,96
Blijkmeer	50	1,5	1	2	45,0	-	-	1,5	-	-	13140	26,3	591	11,8	20	0,40
Broekmeer + Burkmeer	352	10,5	2	16	18,5	21,0	16,0	1,7	1,8	1,6	376680	107,0	6969	19,8	640	1,82
Monnikenmeer	142	4,3	1	2	3,5	-	-	0,3	-	-	3066	2,2	11	0,1	1	0,01
Noordmeer	133	5,3	2	8	11,5	12,0	11,0	1,1	1,3	0,9	141730	106,6	1630	12,3	156	1,17
Totaal/gemiddeld	54085	2025,8	88	879	17,9	64,0	2,1	2,9	6,5	0,3	18413435	34,0	330500	6,1	53978	1,00

Het totaal fosfaatgehalte van het uitstromende bronwater loopt uiteen van 0,3 mg P tot 8,2 mg P per liter. De gemiddelde concentratie, berekend over alle bronnen bedraagt circa 2,9 mg P per liter.

Uit deze gegevens blijkt dat het P-gehalte van al het bronwater reeds vele malen hoger ligt dan de grenswaarden van 0,01 mg P tot 0,03 mg P per liter, die moeten worden nagestreefd om toenemende eutrofiëring te voorkomen (o.a. VOLLENWEIDER, 1968 en LEENTVAAR, 1970). Uit onderzoek in grote boezemwateren van Rijnland (meren, plassen) blijkt, dat eutrofie afneemt beneden 0,2 mg P per liter. De gemiddelde P-gehalten van het bronwater komen eveneens ver boven deze norm uit (SCHMIDT-VAN DORP, 1975).

De fosfaatgehalten geven, evenals voor die van stikstof, aanleiding tot de conclusie, dat het bronwater polytroof is en ernstige verontreiniging kan veroorzaken als gevolg van toenemende algenbloei en plantengroei.

Alle gas- en koelbronnen tezamen leveren een hoeveelheid van ongeveer 54 000 kg totaal P per jaar; hiervan is circa 24 000 kg of 44% afkomstig van de ruim 300 gasbronnen in de Beemster. De fosfaatbelasting per oppervlakte-eenheid (ha) loopt sterk uiteen. Een maximum belasting van 17,6 kg P per ha. jaar komt voor in de Etersheimerbraakpolder (tabel 5 en bijl. I). Berekend over een totale oppervlakte van ca. 54 000 ha, waar gasbronnen voorkomen, bedraagt de gemiddelde P-belasting 1,0 kg per ha. jaar.

Uit een onderzoek naar de fosfaattoestand in de oppervlaktewateren van geheel Noord-Holland zou de totale interne P-belasting ongeveer 2,7 miljoen kg P of 10 kg/ha. jaar bedragen (PROVINCIALE WATERSTAAT VAN NOORD-HOLLAND, 1977). Bij het opstellen van de P-balans is geen rekening gehouden met de bijdrage aan fosfaat door gasbronnen en kwel omdat nadere gegevens ontbreken.

Een ander onderzoek naar de fosfaathuishouding in het Noord-hollandse oppervlaktewater bevestigt, dat het fosfaatgehalte hoog is; namelijk in het boezemwater gemiddeld oplopend, vanaf het inlaatpunt van 0,2 mg P/l (in IJsselmeerwater) tot 0,7 mg à 1,3 mg P per liter. In het polderwater bedroeg de gemiddelde concentratie 1,7 mg P per liter (VAN GIFFEN, 1975).

Uit de gegevens is een fosfaatbalans opgesteld. Hierbij moet worden opgemerkt dat aannamen moeten worden gedaan onder andere voor de bijdrage van natuurlijke kwel en uitspoeling. In deze nota wordt een procentuele verdeling naar de herkomst van het fosfaatbezwaar gegeven bij een fosfaatbelasting (in 1974) van 1050 ton P en van 2300 ton P per jaar. Deze hoeveelheden worden afgeleid uit de 1,0 en 4,9 mg P per liter in het grondwater zoals gevonden in Midden West Nederland (REGIONALE STUDIE 9, ICW, 1976). Uitgaande van deze cijfers blijkt, dat de kwel en uitspoeling respectievelijk bijdragen leveren van 30 en 66%, de gas- en koelbronnen van respectievelijk 2 en 4%.

Aan de hand van de gegevens van het in 1976 aangevangen hydrologisch- en waterkwaliteitsonderzoek zal een meer gedefinieerde uitspraak kunnen worden gedaan over de bijdrage van de verschillende bronnen aan de fosfaatbelasting.

7. DISCUSSIE EN SAMENVATTING

In het kader van het onderzoek naar de hydrologie en waterkwaliteit in Noord-Holland is aandacht besteed aan de in het gebied nog aanwezige gas- en koelbronnen. Hiervoor zijn gegevens gebruikt van een inventarisatie die in 1975 en 1976 door de technische dienst van het Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en Westfriesland is uitgevoerd. Van de bestaande bronnen zijn debieten gemeten en geschat. Het bronwater is geanalyseerd op chlooridegehalte. Van een aantal willekeurig gekozen bronnen is eveneens het stikstof- en fosfaatgehalte bepaald. De locatie van de bronnen met de indeling in Cl-klassen is opgenomen in bijlage II.

Uit de resultaten blijkt, dat de circa 880 in 1975-1976 functionerende gas- en koelbronnen in het onderzoeksgebied, duidelijk invloed hebben op het water- en zoutbezwaar.

De totale wateropbrengst van de bronnen bedraagt circa 18,4 miljoen m³ per jaar of 0,58 m³ per seconde. Gerekend over een oppervlakte van 54 000 ha komt deze hoeveelheid overeen met 34 mm per jaar. Tussen de bronnen onderling komen grote verschillen in

debeten voor. De hoogste wateropbrengsten, namelijk van 240 à 260 m³/d zijn gemeten bij een aantal bronnen in de Wieringermeer. De wateropbrengst per polder hangt af van de debieten per bron en van het aantal bronnen. De grootste hoeveelheid water is gemeten in de droogmakerij de Beemster (oppervlakte 7000 ha). De 307 gas- en koelbronnen leveren ruim 17 000 m³/d water of 6,5 miljoen m³ c. q. 90 mm water per jaar. De hoogste opbrengst, uitgedrukt in mm, komt voor in de Baarsdorpermeer (opp. 214 ha), namelijk 282 mm per jaar.

Ondanks dat het gas niet meer wordt geëxploiteerd is berekend dat de totale produktie ca. 1,8 miljoen m³ per jaar kan bedragen. Het gas bestaat voor het merendeel uit methaan (CH₄) en bevat daarnaast vrij veel stikstof (tabel 1, pag. 7).

Het chloridegehalte loopt tussen de bronnen onderling sterk uiteen. Plaatselijk zijn concentraties gemeten van meer dan 6 g per liter water, doch er wordt ook bronwater aangetroffen met minder dan 50 mg Cl/l.

In 17 van de 38 polders zijn in het bronwater Cl-gehalten gemeten van meer dan 1 g/l, terwijl in 12 van de 17 polders concentraties van meer dan 2 g Cl/l worden aangetroffen (tabel 2, pag. 8).

De verdeling van de gasbronnen naar het chloridegehalte is opgenomen in tabel 3 (pag. 9). Iets minder dan de helft van het totaal aantal gas- en koelbronnen heeft een Cl-gehalte van minder dan 250 mg/l; 469 bronnen (53%) bevatten meer dan 250 mg/l waarvan 165 bronnen of 19% van het totale aantal meer dan 1 g Cl⁻/liter water.

Het totale chloridebezwaar van alle gas- en koelbronnen bedraagt circa 9 miljoen kg per jaar. Hiervan wordt 4,4 miljoen kg of 44% bijgedragen door de bronnen in de polders de Beemster en de Wieringermeer met een gezamenlijke oppervlakte van circa 27 000 ha. In 16 van de 38 polders waarin gasbronnen voorkomen is het Cl-bezwaar meer dan 100 000 kg per jaar.

De gemiddelde Cl-belasting bedraagt bij een oppervlakte van 54 000 ha, 166 kg per ha. jaar. Een maximum belasting, namelijk van 2566 kg/ha komt voor in de Belmermeer (polder in Waterland, 165 ha groot). De Cl-belasting per ha wordt voor de afzonderlijke polders in een aantal klassen weergegeven (bijlage I).

Aan de hand van de analyses kan worden geconcludeerd, dat het bronwater c.q. diepe grondwater gemiddeld veel stikstof bevat, voor het merendeel anorganische stikstof, welke afkomstig is van het in de bodem voorkomende veen, dat plaatselijk in dikke lagen aanwezig is.

Plaatselijk komen extreem hoge N-concentraties voor. De maximum gehalten lopen uiteen van 12 tot 64 mg Kjeldahl-N per liter. Het bronwater bevat gemiddeld ca. 18 mg N/l (tabel 5, pag. 13). De hoge gehalten aan ammoniak stikstof veroorzaakt aanzienlijke vissterfte (pag. 12).

Alle gas- en koelbronnen tezamen geven een belasting van ruim 333 000 kg stikstof per jaar. Bij een oppervlakte van 54 000 ha bedraagt de N-belasting gemiddeld 6,1 kg/ha. jaar.

Het bronwater bevat gemiddeld ook veel fosfaat. De gemiddelde concentratie van het uitstromende water bedraagt 2,9 mg totaal P/l. Er komen extreem hoge gehalten voor van meer dan 8 mg P/l (zie tabel 5, pag. 13).

Het fosfaatbezwaar van alle gas- en koelbronnen gezamenlijk bedraagt circa 54 000 kg totaal P per jaar of 1,0 kg P/ha. jaar. Er komen plaatselijk maximale belastingen voor van meer dan 17 kg P/ha.

Uit onderzoeken naar de fosfaathuishouding c.q. fosfaatbezwaar in de oppervlaktewateren van geheel Noord-Holland zou de totale interne P-belasting 2,7 miljoen kg P per jaar of 10 kg P/ha jaar bedragen. Bij het opstellen van de fosfaatbalans is echter geen rekening gehouden met de bijdrage door gasbronnen en de kwel. De conclusie moet zijn dat de bronnen en de kwel aanzienlijk zullen bijdragen aan de interne P-belasting. Deze uitspraak wordt ten dele bevestigd door onderzoeksresultaten van het hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen, waarbij een bijdrage door kwel en uitspoeling is berekend van 30 en 60%, door gas- en koelbronnen van 2 en 4% bij een totale fosfaatbelasting van respectievelijk 1050 ton en 2300 ton P per jaar. Deze getallen zijn echter gefingeerd omdat voor bedoelde bronnen aannamen zijn gedaan. Voorlopige resultaten van het in 1976 aangevangen hydrologisch- en waterkwaliteitsonderzoek in Noord-Holland wijzen op een ongunstiger fosfaattoestand in onder andere het grondwater

Aan de hand van de gegevens van het lopende onderzoek zal mogelijk een exactere uitspraak kunnen worden gedaan over de bijdragen van de verontreinigingsbronnen aan onder andere de chloride-, stikstof- en fosfaatbelasting van het oppervlaktewater.

8. LITERATUUR

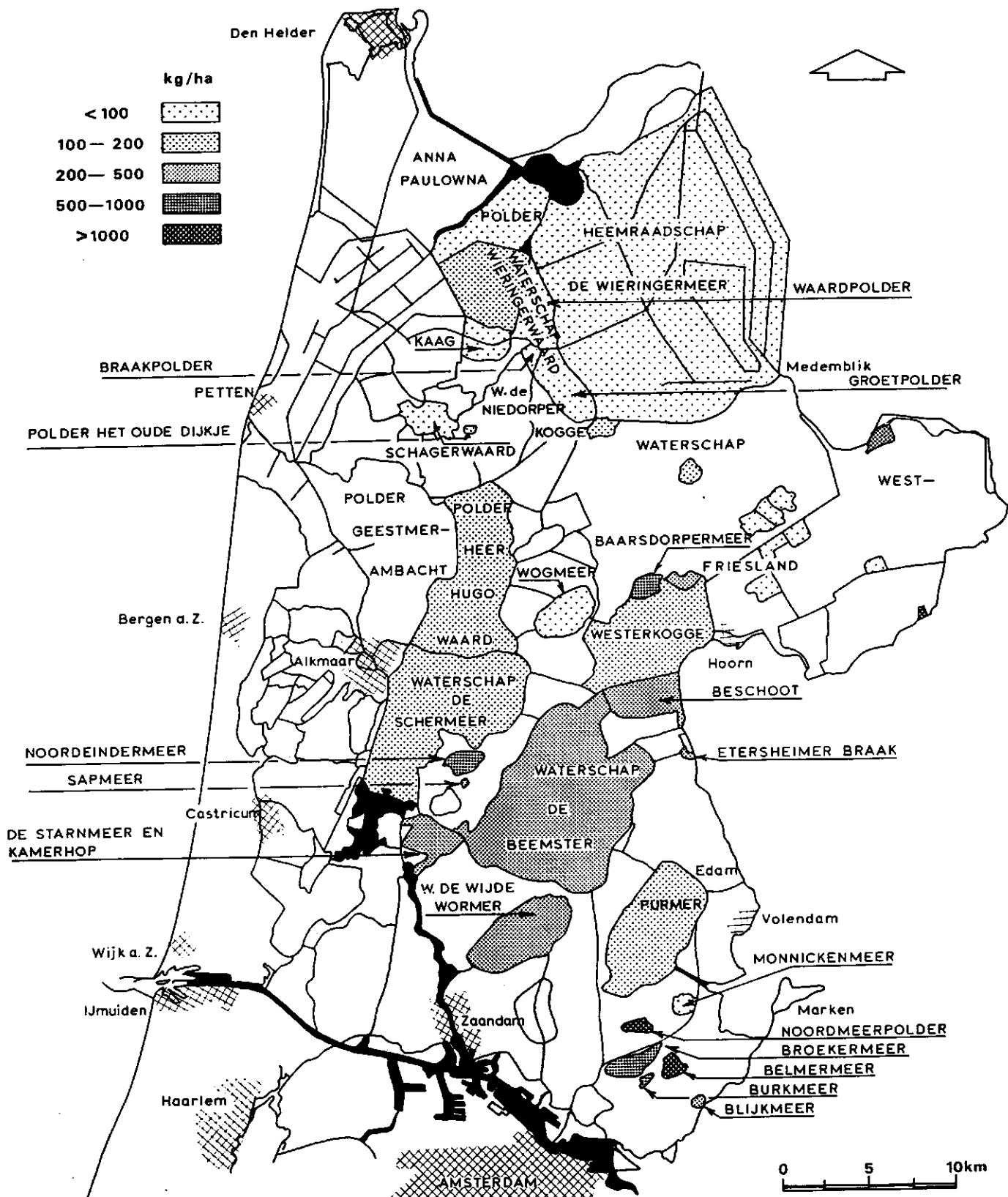
- COMMISSIE WATERVOORZIENING NOORD-HOLLAND BENOORDEN HET NOORDZEEKANAAL, 1977.
- GIFFEN, A. E. VAN, 1975. Nota inzake aspecten van de fosfaathouding van het gebied van Noord-Holland boven het Noordzeekanaal. Techn. Dienst van Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en Westfriesland nr. 79159/III.
- HOEKS, J. 1976. Pollution of soil and groundwater from land disposal of solid wastes. Techn. Bull. ICW 96.
- HOOGHEEMRAADSCHAP VAN DE UITWATERENDE SLUIZEN IN KENNEMERLAND EN WESTFRIESLAND, 1970-1978. Jaarverslagen en interne rapporten van Technische Dienst.
- INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING, 1976. Hydrologie en Waterkwaliteit van Midden-West NEDERLAND. Regionale studies 9. Wageningen.
- LEENTVAAR, P., 1970. Het probleem van de eutrofiëring. H₂O, 3.5.
- MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT, 1975. De bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater. Indicatief meerjarenprogramma 1975-1979.
- NEDERLANDSE VERENIGING TEGEN WATER-, BODEM- en LUCHT-VERONTREINIGING, 1950. Gasbronnen. Map 8.
- POMPER, A. B., E. VAN REES VELLINGA EN H. WITT 1977. Persoonlijke mededeling. ICW, Wageningen.
- PROVINCIAAL BLAD VAN NOORD-HOLLAND 1964, 1967. Besluit nr. 13 (1964) en besluit nr. 35 (1967) van gedeputeerde staten.
- RAPPORT VAN DE COMMISSIE INZAKE HET ZOUTGEHALTE DER BOEZEM- EN POLDERWATEREN VAN NOORD-HOLLAND, 1946. Ontzilting van Noord-Holland. Rijksuitgeverij, 's-Gravenhage.
- REES VELLINGA E. VAN, C. G. TOUSSAINT H. WITT en K. E. WIT, 1977. De Geohydrologische gesteldheid in Waterland. Werkgroep Noord-Holland I. Nota ICW, 963.
- SCHMIDT-VAN DORP, A. D. 1975. Fosfaat en eutrofiëring binnen het Hoogheemraadschap van Rijnland. H₂O (8) nr. 13.

VOLLENWEIDER, R. A., 1968. Scientific fundaments of the eutrophication of lakes and flowing waters with particular reference to nitrogen en posphorus as factors in eutrophication. OECD-Report. PROVINCIALE WATERSTAAT VAN NOORD-HOLLAND. 1977.

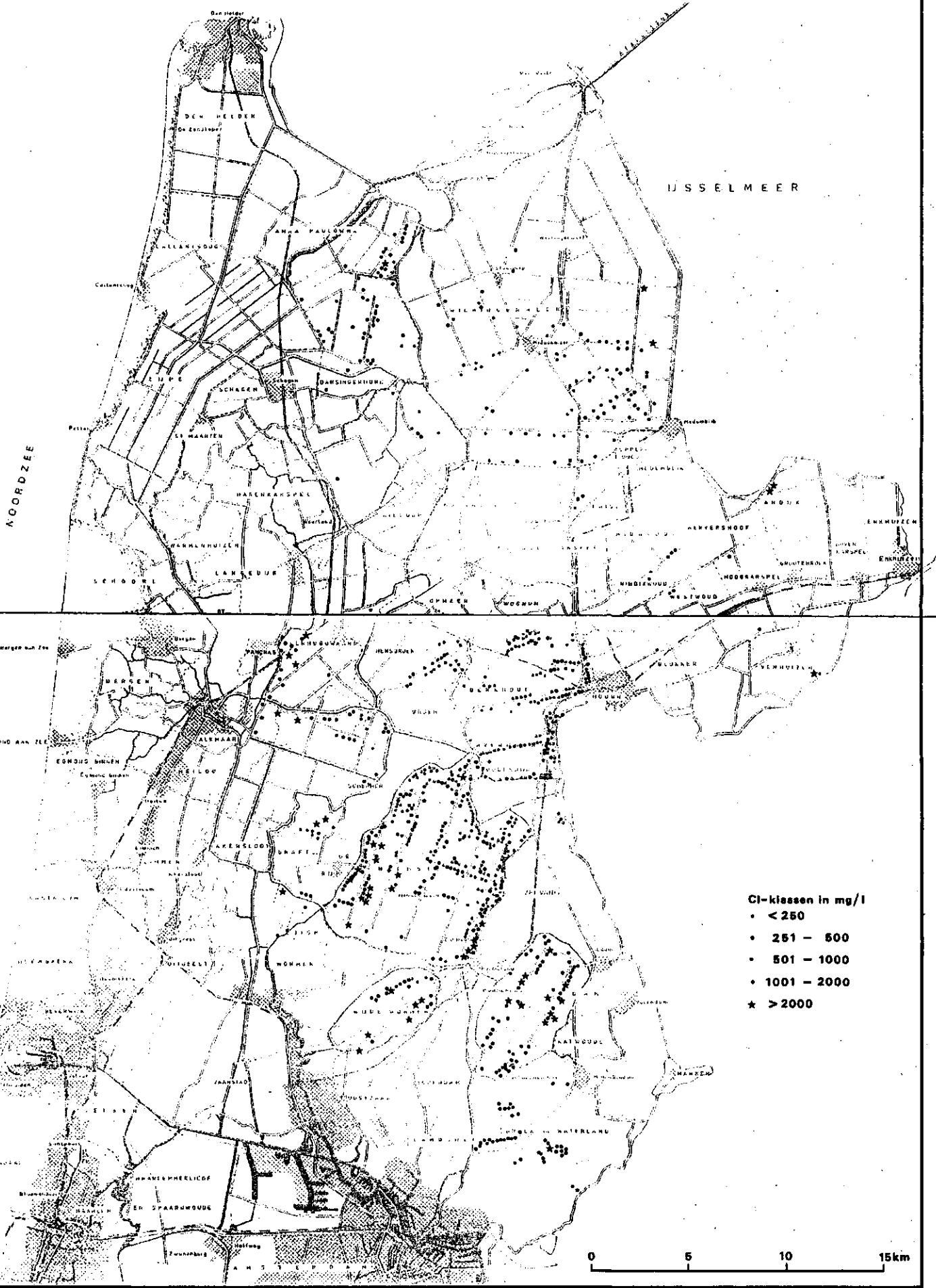
Fosfaat in water.

VOLLENWEIDER, R. A., 1968. Scientific fundaments of the eutrophication of lakes and flowing waters with particular reference to nitrogen en posphorus as factors in eutrophication. OECD-Report. PROVINCIALE WATERSTAAT VAN NOORD-HOLLAND. 1977.
Fosfaat in water.

CHLORIDEBELASTING VAN POLDERWATER DOOR GAS-EN KOELBRONNEN



GAS - EN KOELBRONNEN IN NOORD - HOLLAND BENOORDEN HET NOORDZEEKANAAL EN HET IJ



- Cl-klassen in mg/l
- < 250
 - 251 - 500
 - 501 - 1000
 - 1001 - 2000
 - ★ > 2000

0 5 10 15km