

NN31545.1948

ICW Nota 1948
februari 1989



nota

— instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding . wageningen —

EVALUATIE VAN DE WATER-, CHLORIDE-, ZOUT- EN
BROMIDEBALANS VOOR HET GEBIED VAN HET
HOOGHEEMRAADSCHAP VAN DELFLAND

Dr. Ph. Hamaker



0000 0363 8794

26 SEP. 1989

55/10/1989

INHOUD

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. BALANSVERGELIJKINGEN	3
3. BASISGEGEVENS	5
4. BALANSGEBIED	7
5. WATERBALANS	8
5.1. Berekeningen	8
5.2. Resultaten	11
6. STOFFENBALANSEN	13
6.1. Berekeningen	13
6.2. Resultaten	16
7. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	19
LITERATUUR	21

1 . INLEIDING

In het kader van het onderzoek van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW) met betrekking tot het Centraal Afvoersysteem Drainagewater (CAD) is de vraag gesteld welke invloed een dergelijk systeem zou hebben op de kwaliteit van het oppervlaktewater binnen de grenzen van het gebied van het Hoogheemraadschap van Delfland. Het betreft onderdeel C, "Evaluatie opvang en afvoer drainwater op waterkwaliteit", uit het onderzoeksvoorstel van het ICW van juli 1986 (HAMAKER, 1986). Om die vraag te beantwoorden moet de belasting vanuit de glastuinbouw gekwantificeerd worden. Daarmee kan echter niet worden volstaan omdat het in feite niet gaat om de belasting vanuit de glastuinbouw op zichzelf maar om de betekenis van die belasting in verhouding tot belastingen vanuit andere bronnen dan de glastuinbouw. Daarbij moet gedacht worden aan de belasting door zoute kwel, via het voor peilbeheersing ingelaten water en vanuit het landelijk gebied met andere vormen van bodemgebruik dan glastuinbouw.

De vraagstelling komt aan de orde in twee nota's waarvan dit de eerste is. De nota heeft betrekking op de uitgevoerde water- en stoffenbalans berekeningen voor het gebied van het Hoogheemraadschap voor zover dat via Delflands boezem van water wordt voorzien in droge perioden en waarvan het overtollige water in perioden met een neerslagoverschot via de boezemgemaal en sluizen op het buitenwater wordt geloosd. Wat de stoffenbalans betreft zijn aparte berekeningen uitgevoerd voor chloride, voor de totale hoeveelheid zout en voor bromide. Bij de totale hoeveelheid zout gaat het om de kationen natrium (Na^+), kalium (K^+), calcium (Ca^{2+}) en magnesium (Mg^{2+}) enerzijds en om de anionen chloride (Cl^-), bicarbonaat (HCO_3^-), nitraat (NO_3^-) en sulfaat (SO_4^{2-}) anderzijds. De berekeningen hebben betrekking op de periode 1982 t/m 1986 en leiden uiteindelijk tot een als restpost berekende belasting voor het balansgebied als geheel. Die restpost, waartoe ook de glastuinbouw bijdraagt, wordt omschreven als de belasting vanuit het landelijk gebied.

In de tweede nota (HAMAKER, 1989) worden op basis van vroeger en recent onderzoek berekeningen uitgevoerd om in te schatten welk deel van de ge-

noemde totale belasting vanuit het landelijk gebied aan de glastuinbouw moet worden toegeschreven. Die berekeningen blijven beperkt tot chloride en zout.

Wat de indeling van deze nota betreft geldt het volgende. In hoofdstuk 2 worden de balansvergelijkingen besproken en in hoofdstuk 3 worden de bronnen genoemd waaraan de voor de berekeningen noodzakelijke basisgegevens zijn ontleend. Hoofdstuk 4 geeft een nadere definiering van het gebied waarop de berekeningen betrekking hebben. De waterbalans komt aan de orde in hoofdstuk 5 en de stoffenbalansen in hoofdstuk 6. Een en ander is tenslotte samengevat in hoofdstuk 7.

2. BALANSENVERGELIJKINGEN

De waterbalansvergelijking voor het gebied wordt als volgt geformuleerd:

$$W_i + W_n + W_k - W_u - W_e - W_w = 0 \quad (1)$$

waarin: W_i = ingelaten water

W_n = neerslag

W_k = kwel

W_u = lozingen via gemalen en sluizen

W_e = verdamping

W_w = wegzijging

De grootheden W worden uitgedrukt in mm of m^3 water. Posten van ondergeschikt belang, zoals de onttrekkingen ten behoeve van industrieel gebruik en de lozingen van afvalwater, blijven buiten beschouwing.

Vergelijking (1) heeft geen post met betrekking tot de verandering van de waterberging binnen de gebiedsgrenzen. De waterbalans wordt in dit geval bekeken voor de jaren 1982 t/m 1986, dus over een periode van vijf jaar. De toe- of afname van de berging is dan verwaarloosbaar klein ten opzichte van de andere posten.

Binnen het Hoogheemraadschap van Delfland komen zowel gebieden met kwel als gebieden met wegzijging voor. Vandaar dat de grootheden W_k en W_w naast elkaar in vergelijking (1) zijn opgenomen. Op basis van beschikbare gegevens kunnen W_n , W_i , W_u , W_k en W_w redelijk goed gekwantificeerd worden. De verdampingsterm W_e wordt dan als restpost van vergelijking (1) berekend.

De stoffenbalansvergelijking voor chloride, zout of bromide heeft de vorm

$$S_i + S_n + S_k + S_g + S_a - S_u - S_w = 0 \quad (2)$$

De grootheden S_i , S_n , S_k , S_u en S_w corresponderen met de grootheden in vergelijking (1) met dezelfde letterindex. De post S_g slaat op het gebruik van

strooizout voor de gladheidsbestrijding. De post S_a heeft betrekking op de belasting vanuit het landelijk gebied, waartoe ook de glastuinbouw gerekend wordt. De agrarische activiteiten dragen bij tot S_a . Wat zout betreft moet daarbij gedacht worden aan uitspoeling van (kunst)meststoffen. In de bromidebalans gaat het om het bromide-ion dat bij ontsmetting van kasgronden met methylbromide vrijkomt en via uitspoeling bijdraagt tot de belasting van het oppervlaktewater. De bijdrage van de agrarische activiteiten tot de chloridebalans is naar verwachting van relatief weinig betekenis omdat het gebruik van chloridehoudende meststoffen beperkt is. Dat is met name het geval in de glastuinbouw. Het is zelfs denkbaar dat S_a dan negatief is als gevolg van de opname van chloride door de gewassen en de afvoer via de oogste producten. Ook natuurlijke uitspoeling, samenhangend met verwerking en ontkalking, draagt bij tot S_a . Tenslotte moet bedacht worden dat verwaarloosde posten, zoals de bijdragen van afvalwaterlozingen en van onttrekkingen ten behoeve van industrieel gebruik ook in de als restgrootheid berekende S_a tot uiting zullen komen.

De grootheden in de balansvergelijking worden in het algemeen gekwantificeerd op basis van waterhoeveelheden W en concentraties C van de desbetreffende stof in het water, rekening houdend met de eenheden waarin W en C zijn uitgedrukt en waarin de S -grootheden moeten worden uitgedrukt. Voor chloride en zout zijn dat kilo-equivalenten (keq), voor bromide kilogrammen (kg).

3. BASISGEGEVENS

Bij het berekenen van de grootheden van de water- en stoffenbalansen is gebruik gemaakt van verschillende bronnen van informatie. Van het Hoogheemraadschap van Delfland zijn de volgende gegevens verkregen:

- gegevens over de per dag ingelaten en afgevoerde hoeveelheden water over de periode 1982 t/m 1986;
- gegevens met betrekking tot de chlorideconcentratie (verder aangeduid als de Cl-concentratie) en de specifieke geleiding bij 25 C (verder aangeduid als de EC₂₅-waarde) van het oppervlaktewater in de directe omgeving van het inlaatpunt en van de lozingspunten die zijn aangegeven in Fig. 1. Het oppervlaktewater ter plaatse is over periode 1982 t/m 1986 wekelijks bemonsterd;
- gegevens met betrekking tot de waterbalans, ontleend aan de Technische Jaarverslagen over de jaren 1982, 1983, 1984 en 1985.

Voorts is gebruik gemaakt van de volgende KNMI-gegevens:

- neerslaggegevens voor de stations te Hoek van Holland, Scheveningen, Delft en Rotterdam;
- gegevens met betrekking tot de chemische samenstelling van de neerslag en de natte depositie voor een reeks van waarnemingsstations in Nederland (onderzoek KNMI in samenwerking met RIVM);

Een derde bron van gegevens betrof het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas en het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasanalyse (vestiging in Naaldwijk):

- gegevens met betrekking tot de bromideconcentratie (verder aangeduid als de Br-concentratie) van het oppervlaktewater in de nabijheid van het inlaatpunt en de lozingspunten. Het gaat hier om dezelfde monsterpunten en dezelfde frequentie van bemonstering als eerder genoemd voor chloride en specifieke geleiding.

Tenslotte is gebruik gemaakt van verschillende rapporten en nota's van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding en van de op het instituut aanwezige basisgegevens die daaraan ten grondslag lagen. Deze zijn in de literatuurlijst opgenomen.

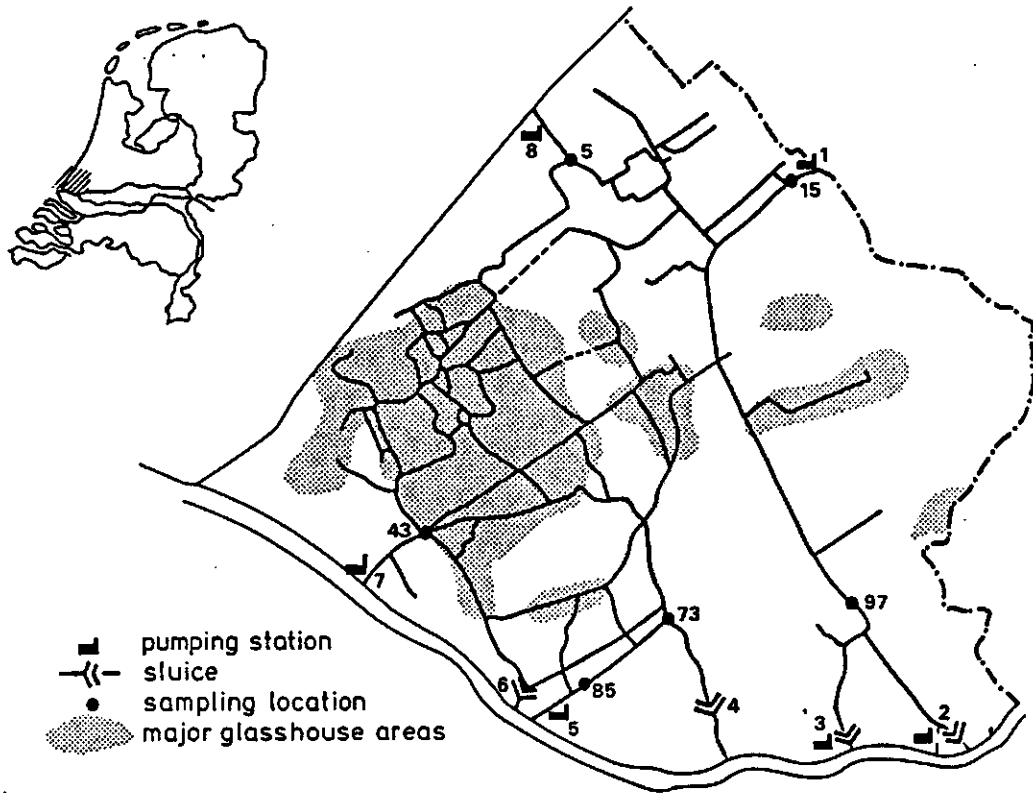


Fig. 1. Overzichtskaart van gebied onder beheer van Hoogheemraadschap van Delfland

4. BALANSGEBIED

Alvorens op de eigenlijke balansberekeningen in te gaan wordt eerst aandacht besteed aan de oppervlakte binnen de grenzen van het Hoogheemraadschap waarop die berekeningen betrekking hebben. In het kader van de studie met betrekking tot het kanaal Waddinxveen-Voorburg (INSTITUUT VOOR CULTUUR-TECHNIEK EN WATERHUISHOUDING, 1979) is de indeling volgens Tabel 1 gemaakt. De bruto oppervlakte komt uit op 35 875 ha. De oppervlakte die bij de balansberekeningen betrokken moet worden is echter kleiner. De volgende oppervlakten blijven buiten beschouwing:

- het extern lozend stedelijk gebied, 6 525 ha;
- het droog natuurlijk terrein, 750 ha;
- de polder Noordland en Nieuwland met een oppervlakte van ca 1 000 ha, gelegen in het uiterste zuidwesten van het Hoogheemraadschap.

Het betreft een opmalingsgebied dat vanuit Delflands boezem van water wordt voorzien in perioden van droogte en dat via een sifon rechtstreeks loost op de Nieuwe Waterweg. De afvoer via de sifon wordt niet gemeten en is dus niet bekend. Daarom is het vanuit de boezem opgemaal water als afvoerpost in de balansberekeningen meegenomen.

De uiteindelijk oppervlakte waarop de water- en stoffenbalansen betrekking hebben blijft dan beperkt tot ca 27 600 ha. Dit is verder afgerond op 27 500 ha.

Tabel 1. Oppervlakten van de onderscheiden bodemgebruiksvormen binnen het Hoogheemraadschap van Delfland

Bodemgebruik	Oppervlakte (ha)
Stedelijk gebied, extern lozend	6 525
Stedelijk gebied, intern lozend	6 475
Droog natuurlijk terrein	750
Recreatie en bosgebieden	2 325
Open water	1 500
Grasland	12 225
Bouwland	2 050
Glastuinbouw	<u>4 025</u>
Totaal	35 875

5. WATERBALANS

5.1. BEREKENINGEN

Neerslag (W_n)

De bijdrage van de neerslag tot de waterbalans is weergegeven in Fig. 2. Het betreft de neerslag in mm per week, over de periode 1982 t/m 1986, verkregen door de KNMI-gegevens op dagbasis te sommeren tot totalen per week en deze te middelen over de eerdergenoemde vier waarnemingsstations. De bijdrage in m^3 water wordt hieruit berekend op basis van de oppervlakte van 27 500 ha.

Waterinlaat (W_i)

De waterinlaat W_i heeft betrekking op de aanvoer van water via het inlaatpunt bij Leidschendam, aangegeven als gemaal 1 in Fig. 1. De gegevens van het Hoogheemraadschap, in $m^3 \cdot d^{-1}$, zijn gesommeerd tot totalen per week. De inlaat in mm per week, berekend op basis van de oppervlakte van 27 500 ha, is verwerkt in Fig. 2.

Waterafvoer (W_u)

De locaties van de punten waar lozing van overtollig water plaatsvindt zijn in Fig. 1 aangegeven. Tabel 2 geeft een nadere omschrijving. De afvoer is geconcentreerd op de locaties 2, 3, 5, 7 en 8. De afvoer bij de locaties 4 en 6 is van geringe betekenis (HAMAKER, 1982) en daarom verder verwaarloosd. In feite vindt ook nog afvoer vanuit het balansgebied plaats via de eerdergenoemde polder Noordland en Nieuwland (zie voorgaande hoofdstuk). Ook die is van relatief weinig betekenis en daarom verder buiten beschouwing gebleven. Wel is een correctie toegepast voor de binnendringing van lek- en schutwater vanuit de Nieuwe Waterweg bij de locaties 2 en 3. Het lek- en schutwater wordt door de gemalen ter plaatse weer afgevoerd. De totale afvoer is daardoor groter dan de afvoerpost W_u als bedoeld in de waterbalansvergelijking. De grootte van de correctie is in een eerder onderzoek gekwantificeerd voor een periode van twaalf maanden in de jaren 1979 - 1980 en kwam uit op ca $12 \times 10^6 m^3$ per jaar. Er is aangenomen dat eenzelfde correctie van toepassing was op elk van de jaren 1982 t/m 1986.

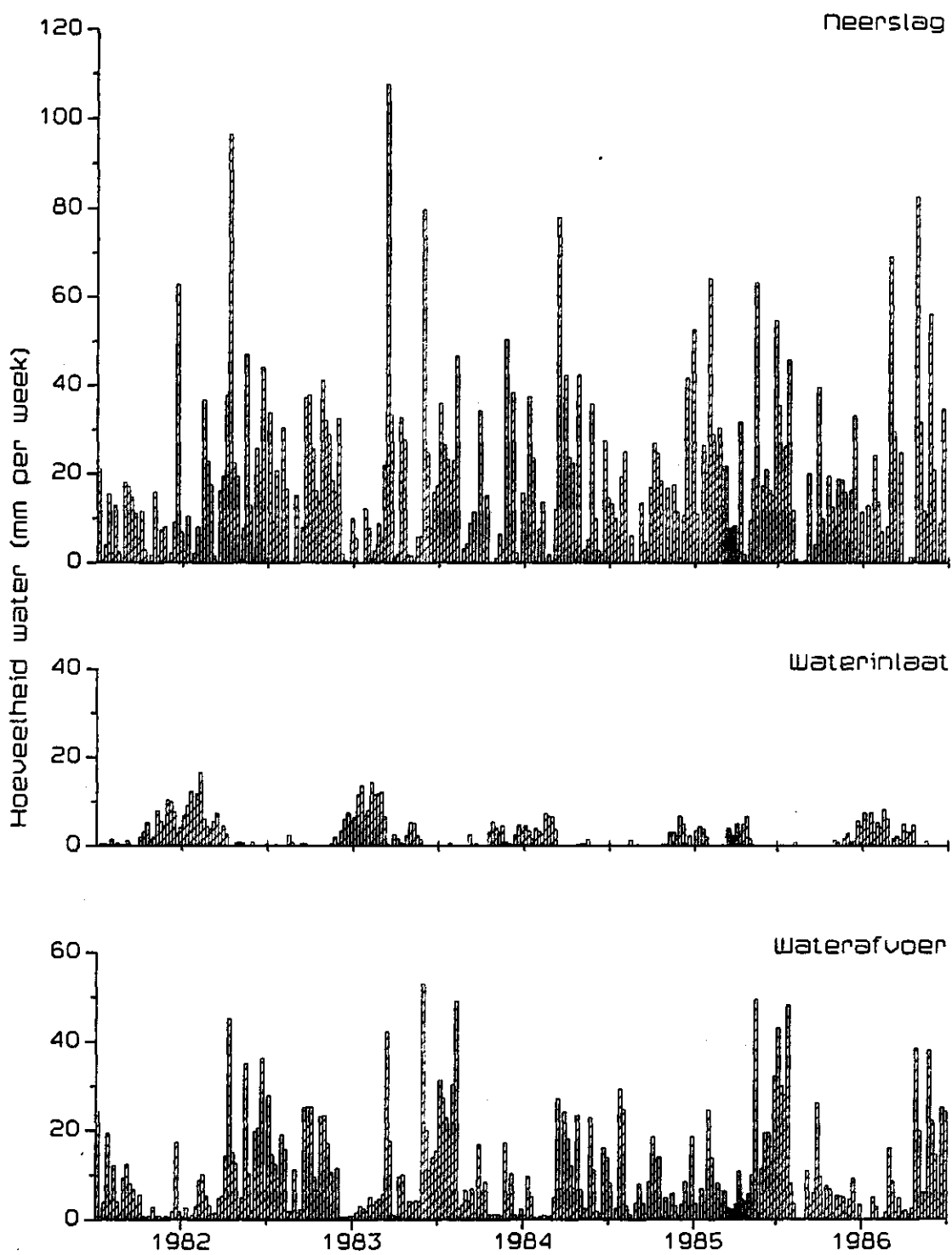


Fig. 2. Neerslag, waterinlaat (viaemaal in Leidschendam, zie Fig. 1) en waterafvoer op Noordzee en Nieuwe Waterweg (via gemalen en sluisen, zie Fig. 1), voor de periode 1982 t/m 1986

In Fig. 2 is de afvoer op weekbasis weergegeven. Het betreft dus de som van de lozingspunten bij de locaties 2, 3, 5, 7 en 8. Hiertoe werden de gegevens van het Hoogheemraadschap, in m³ per dag en per lozingspunt, gesommeerd en omgerekend in mm water op basis van de balansoppervlakte van 27 500 ha.

Tabel 2. Lozingspunten Hoogheemraadschap van Delfland en bijbehorende boezembemonsteringspunten (zie Fig. 1)

Locatie	Omschrijving	Boezem- bemonsterings- punt
2	gemaal "Parksluizen", grote en kleine Parksluis te Rotterdam	97
3	gemaal "Schiegemaal" en sluis aan de Koopmansbeurs te Schiedam	97
4	"Vlaardingerdriesluis" te Vlaardingen	73
5	gemaal "Mr. dr. C. P. Zaayer" te Maassluis	85
6	"Wateringschesluis" te Maassluis	
7	gemaal "Westland" tussen Maassluis en Hoek van Holland	43
8	gemaal "Scheveningen" te Scheveningen	5

Kwel en wegzijging (W_k en W_w)

De bijdragen van kwel en wegzijging tot de waterbalans zijn uit de rapportage met betrekking tot berekeningen van de bromidebalans voor het Hoogheemraadschap van Delfland overgenomen (HAMAKER, 1982). Uiteindelijk zijn de desbetreffende gegevens gebaseerd op een uitgebreid ICW-onderzoek met betrekking tot de hydrologie en waterkwaliteit van Midden West-Nederland en tot het kanaal Waddinxveen-Voorburg (WERKGROEP MIDDEN WEST-NEDERLAND, 1976 en INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING, 1979). In het laatstgenoemde onderzoek zijn de oppervlakten met kwel, vallend binnen gegeven kwelklassen, geïnventariseerd. Dit resulteerde in een totale oppervlakte van ca 7 750 ha met een kwel in de klasse 0.00 - 0.25 mm.d⁻¹ en een oppervlakte van ca 600 ha met een kwel in de klasse 0.25 - 0.50 mm.d⁻¹.

De totale oppervlakte met kwel zou met 8 350 ha dus ruwweg een vierde deel uitmaken van de totale oppervlakte van het Hoogheemraadschap. Dit blijkt in redelijke overeenstemming te zijn met de oppervlakte met kwel volgens de waterbalansberekeningen van het Hoogheemraadschap (zie bijvoorbeeld bijlage 11 van het Technisch Jaarverslag 1984 van het Hoogheemraadschap).

Bij het rekenen met de bovengrens van de kwelklassen zou de kwel uitkomen op ca $8 \times 10^{+6}$ m³ per jaar oftewel ca 0.08 mm.d^{-1} over de balansoppervlakte van 27 500 ha. Het lijkt echter realistischer te rekenen met het gemiddelde van de kwelklassen. In dat geval komt de kwel uit op ca $4.5 \times 10^{+6}$ m³ per jaar of ca 0.045 mm.d^{-1} over 27 500 ha. De oppervlakte met wegzijging werd bepaald op ca 11 000 ha, met een wegzijging in de klasse $0.00 - 0.25 \text{ mm.d}^{-1}$. Uitgaande van een gemiddelde wegzijging van 0.125 mm.d^{-1} resulteert dit in ca $5.0 \times 10^{+6}$ m³ per jaar of ca 0.05 mm.d^{-1} .

Blijkens het voorgaande zouden kwel en wegzijging, gerekend in m³ over het balansgebied, bij benadering met elkaar in evenwicht zijn en dus in de waterbalans tegen elkaar wegvallen. In de Technische Jaarverslagen van het Hoogheemraadschap wordt in de waterbalans gerekend met een kwel in de orde van $12.5 \times 10^{+6}$ m³ per jaar en met een wegzijging in de orde van $14.5 \times 10^{+6}$ m³ per jaar. Dat is dus bijna het drievoudige van het hier berekende. Op de waterbalans heeft dat echter weinig invloed omdat ook in de door het Hoogheemraadschap opgestelde balans de kwel en wegzijging vrijwel geheel tegen elkaar wegvallen.

5.2. RESULTATEN

De resultaten van de waterbalansberekeningen zijn samengevat in Tabel 3, zowel voor de jaren afzonderlijk als voor de gehele periode van vijf jaren. De verdamping W_e is sluitpost in de balans. De gegevens hebben betrekking op eerdergenoemde oppervlakte van 27 500 ha, dus op de bruto oppervlakte van het Hoogheemraadschap verminderd met het extern lozend stedelijk gebied, de polder Noordland en Nieuwland en het duingebied.

Uit de tabel blijkt dat bij de op meetgegevens berustende posten de neerslag W_n en de lozing W_u sterk domineren, op afstand gevolgd door de

inlaat W_i . De kwel W_k en wegzijging W_w spelen een veel minder belangrijke rol. Dit betekent dat de geringere betrouwbaarheid van de twee laatstgenoemde posten geen ernstige gevolgen heeft voor de betrouwbaarheid van de balans als geheel.

De als sluitpost berekende verdamping komt uit op gemiddeld 495 mm per jaar, gerekend over de totale oppervlakte van 27 500 ha. De verdamping berekend op basis van de eigenlijke oppervlakte landelijk gebied zou hoger uitvallen.

Tabel 3. Waterbalansgegevens voor gebied van Hoogheemraadschap van Delfland voor de jaren 1982 t/m 1986 en gem. voor die periode van vijf jaren

Jaar		Aanvoer van water		Afvoer van water		
		10^3 m^3	mm	10^3 m^3	mm	
1982	W_i	47 817	174	W_u	102 454	373
	W_n	201 162	731	W_w	5 000	18
	W_k	<u>4 500</u>	<u>16</u>	W_e^*	<u>146 025</u>	<u>530</u>
		253 479	921		253 479	921
1983	W_i	42 023	153	W_u	139 894	539
	W_n	241 450	878	W_w	5 000	18
	W_k	<u>4 500</u>	<u>16</u>	W_e^*	<u>143 079</u>	<u>520</u>
		287 973	1047		287 973	1047
1984	W_i	21 742	79	W_u	126 088	459
	W_n	225 225	819	W_w	5 000	18
	W_k	<u>4 500</u>	<u>16</u>	W_e^*	<u>120 379</u>	<u>437</u>
		251 467	914		251 467	914
1985	W_i	18 047	66	W_u	126 399	460
	W_n	247 225	899	W_w	5 000	18
	W_k	<u>4 500</u>	<u>16</u>	W_e^*	<u>138 373</u>	<u>503</u>
		269 772	981		269 772	981
1986	W_i	23 378	85	W_u	130 828	476
	W_n	241 450	878	W_w	5 000	18
	W_k	<u>4 500</u>	<u>16</u>	W_e^*	<u>133 500</u>	<u>485</u>
		269 328	979		269 328	979
1982	W_i	30 601	111	W_u	125 132	455
t/m	W_n	231 302	841	W_w	5 000	18
1986	W_k	<u>4 500</u>	<u>16</u>	W_e^*	<u>136 271</u>	<u>495</u>
		266 403	968		266 403	968

* W_e berekend als restpost

6. STOFFENBALANSEN

6.1. BEREKENINGEN

Algemeen

De posten van de stoffenbalans volgens vergelijking (2) zijn, met uitzondering van S_a , berekend op basis van waterhoeveelheden W ontleend aan de waterbalans en concentraties C van de desbetreffende stof. De toevoer S_i met het ingelaten water en de afvoer S_u met het geloosde water zijn berekend op weekbasis en vervolgens gesommeerd tot jaartotalen. De posten S_n , S_k en S_w daarentegen zijn direct op jaarbasis berekend, uitgaande van gemiddelde concentraties. In de chloride- en zoutbalans worden de hoeveelheden uitgedrukt in eenheden van 10^3 keq (1 000 kilo-equivalent). Daardoor zijn de hoeveelheden chloride en zout direct vergelijkbaar. De volgende relaties zijn van toepassing bij de berekening van de hoeveelheden S voor chloride of zout aan de hand van de hoeveelheden water W en concentraties C :

$$S(10^3 \text{ keq}) = W(10^3 \text{ m}^3) \times C(\text{meq.l}^{-1}) \times 10^{-3} \quad (3)$$

en

$$S(10^3 \text{ keq}) = W(\text{mm}) \times C(\text{meq.l}^{-1}) \times 27\,500 \times 10^{-5} \quad (4)$$

De bijdrage van bromide tot de zoutbalans valt in het niet bij de bijdragen van de chloride, sulfaat, nitraat en bicarbonaat. Daarom is bromide in de berekening van de zoutbalans buiten beschouwing gelaten. De hoeveelheden bromide worden uitgedrukt in eenheden van 10^3 kg. Bij berekening geldt in dat geval de relatie

$$S(10^3 \text{ kg}) = W(10^3 \text{ m}^3) \times C(\mu\text{mol.l}^{-1}) \times 80 \times 10^{-6} \quad (5)$$

Bijdrage neerslag (S_n)

De berekening van S_n is voor chloride en zout gebaseerd op gegevens van het KNMI-RIVM-onderzoek naar de samenstelling van de neerslag en de grootte van

de natte depositie op een aantal plaatsen, verspreid over Nederland. Van de 27 meetstations lag alleen het station Scheveningen binnen de grenzen van het Hoogheemraadschap van Delfland. De gegevens van dat station zijn niet representatief voor het gebied van het Hoogheemraadschap als geheel vanwege de ligging direct aan de kust. Daarom is tevens gebruik gemaakt van gegevens voor een aantal andere stations.

De gegevens in Tabel 4 zijn aan het genoemde onderzoek ontleend. Het betreft gemiddelden voor de periode 1978 - 1982. Voor chloride is de gemiddelde concentratie 0.191 meq.l^{-1} (ca 7 mg.l^{-1}). De bijdrage S_n is uiteindelijk berekend op basis van een concentratie van 0.28 meq.l^{-1} (ca 10 mg.l^{-1}).

Tabel 4. Natte depositie-gegevens voor acht meetstations, gemiddeld over de periode 1978-1982

Station	Cl	Ca	K	Mg	Na	NH ₄	Totaal
	concentraties ($\text{meq.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$)						
Leiduin	0.265	0.075	0.013	0.094	0.387	0.175	0.744
Scheveningen	0.438	0.214	0.032	0.182	0.666	0.228	1.322
Berenplaat	0.156	0.085	0.017	0.061	0.247	0.346	0.756
Dordrecht	0.142	0.158	0.023	0.062	0.205	0.276	0.724
Biesbosch	0.128	0.078	0.024	0.060	0.229	0.341	0.732
Loenderveensche Pl.	0.153	0.078	0.022	0.055	0.205	0.209	0.569
Tull en 't Waal	0.141	0.109	0.022	0.054	0.219	0.262	0.666
de Bilt	0.105	0.057	0.009	0.044	0.200	0.266	0.576
Gemiddeld	0.191	0.107	0.020	0.076	0.295	0.263	0.761

De natte depositie aan kationen blijkt in de orde van $0.75 \text{ meq.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ te liggen. Dit komt neer op ca 270 meq.m^{-2} per jaar. Voor de balansoppervlakte van 27 500 ha leidt een en ander tot een belasting van ca 75×10^3 keq per jaar. In de balans is voor alle jaren uit de periode 1982 t/m 1986 een bijdrage van 200×10^3 keq per jaar in rekening gebracht. Uit het voorgaande blijkt dat S_n voor zowel chloride als zout naar boven is afgerond. Dit is ingegeven door de opmerking in de rapportage van het KNMI-RIVM-onderzoek dat althans voor wat de verzurende bestanddelen betreft ca 2/3 deel van de totale belasting via droge depositie tot stand komt.

Om de bijdrage van de neerslag tot de bromidebalans te kwantificeren is gebruik gemaakt van gegevens uit het eerdere bromidebalans onderzoek (HAMAKER, 1982). Het gaat daarbij om informatie die uiteindelijk berust op onderzoek van het RIVM in de periode 1979 - 1980 (WEGMAN ET AL., 1982). Als onderdeel van dat onderzoek werd de Br-concentratie in regenwatermonsters van een aantal meetpunten binnen de grenzen van het Hoogheemraadschap bepaald.

Bijdrage via ingelaten water (S_i)

De aanvoer via het water dat voor peilbeheer vanuit het Hoogheemraadschap van Rijnland is ingelaten is berekend op weekbasis, uitgaande van de ingelaten hoeveelheden water (zie Fig. 2) en de concentratiegegevens voor monsterpunt 15 (zie Fig. 1). Wat zout betreft is de concentratie C geschat aan de hand van de gemeten specifieke geleiding bij 25 C, aangeduid als de EC_{25} -waarde. Daartoe is gebruik gemaakt van de vuistregel (U.S. SALINITY LABORATORY STAFF, 1954)

$$C \text{ (meq.l}^{-1}\text{)} = 10 \times EC_{25} \text{ (mS.cm}^{-1}\text{)} \quad (6)$$

Bij de berekeningen is uitgegaan van een tabel waarin de in Fig. 2 weergegeven inlaatgegevens op weekbasis en de concentraties zijn opgenomen. Voorts is gebruik gemaakt van de relaties (3), (4) of (5) om S_i in de gewenste eenheden uit te drukken.

Bijdrage via afgevoerde water (S_u)

De afvoer via het voor peilhandhaving geloosde overtollige water is eveneens berekend op weekbasis. De lozingspunten en de bijbehorende monsterpunten zijn aangegeven in Fig. 1 en nader omschreven in Tabel 2.

De berekeningen verliepen verder overeenkomstig die in de vorige paragraaf met dien verstande dat de afvoer per week eerst voor alle lozingspunten apart werd berekend. De afvoer voor het gehele gebied is verkregen door die van de afzonderlijke lozingspunten te sommeren.

Bijdragen via kwel en wegzijging (S_k en S_w)

De berekening van de bijdragen van kwel en wegzijging tot de stoffenbalans berust voor zover het chloride en bromide betreft op gegevens uit het al

eerder aangehaalde onderzoek (HAMAKER, 1982). In de desbetreffende nota zijn naast de oppervlakten met kwel en wegzijging in een gegeven klasse (zie voorgaande hoofdstuk) ook de Cl- en Br-concentraties opgenomen. De gewogen gemiddelde Cl-concentratie voor de kwel werd berekend op ca 55 meq.l⁻¹ (1 950 mg.l⁻¹) en de gewogen gemiddelde Br-concentratie op ca 95 µmol.l⁻¹ (7.5 mg.l⁻¹). De gewogen gemiddelde totale zoutconcentratie van de kwel tenslotte is geschat, gebruik makend van het gegeven dat de totale zoutconcentratie in zeewater (en dus in zoute kwel) voor 85% uit keukenzout (Na⁺- en Cl⁻-ionen) bestaat.

De bijdrage van de wegzijging is moeilijker te kwantificeren. Hier doet zich de gelukkige omstandigheid voor dat de betekenis gering is in verhouding tot die van de andere posten in de balans. Op basis van gegevens van OOSTEROM EN STEENVOORDEN (1974) en van STEENVOORDEN EN OOSTEROM (1977) is S_w voor chloride en zout berekend op basis van concentraties van respectievelijk 3.0 en 8.0 meq.l⁻¹.

Bijdrage via gebruik van strooizout (S_g)

Het totale verbruik aan strooizout in Nederland voor de gladheidsbestrijding vertoont grote verschillen van jaar tot jaar. Zo was het hoogste jaarverbruik in de periode 1960 - 1975 ca 500 000 ton NaCl en het laagste verbruik 50 000 ton (WERKGROEP ZOUTBALANS VAN DE STICHTING RELATIE GLADHEIDSBESTRIJDING-MILIEUBEHEER, 1977). Uitgaande van een gemiddeld verbruik van 150 000 ton NaCl per jaar en een toepassing van 1 % daarvan binnen Delfland (op basis van de relatieve oppervlakte) gaf dit een bijdrage van ca 25 x 10³ keq aan chloride. Voor wat de zoutbalans betreft is aangenomen dat het strooizout voor 100% uit NaCl bestaat. Dit betekent dat de bijdrage tot de zoutbalans gelijk is aan die tot de chloridebalans.

6.2. RESULTATEN

De resultaten van de balansberekeningen zijn samengevat in Tabel 5. Gemiddeld over de periode van vijf jaren gaat er in de chloridebalans 440 x 10³ keq per jaar om (15 620 x 10³ kg) en in de zoutbalans 1 566 x 10³ keq per jaar. Hieruit blijkt dat andere ionen dan Cl⁻ een bijdrage leveren in de orde van 1 126 x 10³ keq per jaar.

Tabel 5. Chloride-, zout- en bromidebalansgegevens voor gebied van het Hoogheemraadschap van Delfland, voor de jaren 1982 t/m 1986 en gemiddeld voor die periode van vijf jaren (S_i : via ingelaten water, S_n : via neerslag, S_k : via kwel, S_g : via strooizout, S_u : via geloosde water, S_w : via wegzijging; S_a : restpost, primair bepaald door belasting vanuit landelijk gebied)

Jaar	Chloride				Zout				Bromide			
	Aanvoer		Afvoer		Aanvoer		Afvoer		Aanvoer		Afvoer	
	(in 10^3 keq)		(in 10^3 keq)		(in 10^3 keq)		(in 10^3 keq)		(in 10^3 kg)		(in 10^3 kg)	
1982	S_i	246	S_u	397	S_i	560	S_u	1296	S_i	39	S_u	260
	S_n	57	S_w	15	S_n	200	S_w	40	S_n	20	S_w	6
	S_k	247			S_k	290			S_k	34		
	S_g	25			S_g	25			S_g			
	S_a^*	-163			S_a^*	261			S_a^*	173		
		412		412		1336		1336		266		266
1983	S_i	188	S_u	484	S_i	493	S_u	1743	S_i	31	S_u	265
	S_n	68	S_w	15	S_n	200	S_w	40	S_n	20	S_w	6
	S_k	247			S_k	290			S_k	34		
	S_g	25			S_g	25			S_g			
	S_a^*	-29			S_a^*	775			S_a^*	186		
		499		499		1783		1783		271		271
1984	S_i	102	S_u	413	S_i	275	S_u	1469	S_i	22	S_u	276
	S_n	63	S_w	15	S_n	200	S_w	40	S_n	20	S_w	6
	S_k	247			S_k	290			S_k	34		
	S_g	25			S_g	25			S_g			
	S_a^*	-9			S_a^*	719			S_a^*	206		
		428		428		1509		1509		282		282
1985	S_i	91	S_u	397	S_i	249	S_u	1501	S_i	16	S_u	261
	S_n	70	S_w	15	S_n	200	S_w	40	S_n	20	S_w	6
	S_k	247			S_k	290			S_k	34		
	S_g	25			S_g	25			S_g			
	S_a^*	-21			S_a^*	777			S_a^*	197		
		412		412		1541		1541		267		267
1986	S_i	118	S_u	433	S_i	303	S_u	1620	S_i	18	S_u	249
	S_n	68	S_w	15	S_n	200	S_w	40	S_n	20	S_w	6
	S_k	247			S_k	290			S_k	34		
	S_g	25			S_g	25			S_g			
	S_a^*	-10			S_a^*	842			S_a^*	183		
		448		448		1660		1660		255		255
1982 t/m 1986 (gemid- deld)	S_i	149	S_u	425	S_i	376	S_u	1526	S_i	25	S_u	262
	S_n	65	S_w	15	S_n	200	S_w	40	S_n	20	S_w	6
	S_k	247			S_k	290			S_k	34		
	S_g	25			S_g	25			S_g			
	S_a^*	-46			S_a^*	675			S_a^*	189		
		440		440		1566		1566		268		268

* S_a berekend als restpost

Het gaat daarbij in de eerste plaats om sulfaat (SO_4^{2-}) en bicarbonaat (HCO_3^-). Dit kan worden afgeleid uit bijvoorbeeld gegevens van SONNEVELD (1969) met betrekking tot de chemische samenstelling van het oppervlaktewater van Delfland. Het nitraat (NO_3^-), orthofosfaat (H_2PO_4^-) en bromide zijn van minder betekenis, althans in termen van de bijdragen tot de zoutbalans. Zo zou de hoeveelheid Br^- van $268 \times 10^{+3}$ kg per jaar (zie Tabel 5) neerkomen op circa $3.3 \times 10^{+3}$ keq. Wat de kationen betreft wordt het volgende opgemerkt. De balans voor natrium (Na^+) zal in grote lijnen overeenkomen met die voor Cl^- . Andere kationen in de zoutbalans, gerangschikt in volgorde van afnemende betekenis, zijn calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), kalium (K^+) en ammonium (NH_4^+).

Uit Tabel 5 blijkt verder dat de verhouding tussen de verschillende posten die bijdragen tot de belasting voor de chloride-, zout- en bromidebalans sterk verschilt. Zo domineert in de bromidebalans de post S_a , dat wil zeggen, de belasting vanuit het landelijk gebied. Die bijdrage hangt samen met het gebruik van methylbromide voor grondontsmetting en moet dus vrijwel geheel aan de glastuinbouw worden toegeschreven.

De chloridebalans wordt in sterke mate bepaald door de bijdrage S_k van de kwel. De als sluitpost berekende S_a is negatief. De bijdrage van $-46 \times 10^{+3}$ keq per jaar zou, op basis van de oppervlakte van 27 500 ha, neerkomen op ca -60 kg chloride per ha per jaar. Dit zou betekenen dat de opname en afvoer van chloride via geoogste producten groter was dan de toevoer via de kunstmest, organische mest en andere denkbare routes. Overigens moet bedacht worden dat de berekende S_a voor chloride weinig betrouwbaar is. Als bijvoorbeeld de bijdrage van de kwel 20% hoger zou zijn dan in Tabel 5 aangegeven, dan zou daardoor de als sluitpost berekende S_a geheel wegvallen, dat wil zeggen, $S_a = 0$.

7. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In het kader van het onderzoek met betrekking tot het centraal afvoersysteem drainagewater voor de glastuinbouwgebieden binnen het Hoogheemraadschap van Delfland (vaak aangeduid als het CAD-systeem) is de vraag aan de orde welke invloed een dergelijk systeem zou hebben op de kwaliteit van het oppervlaktewater als gietwaterbron voor de glastuinbouw. Door de opvang, afvoer en lozing van het drainwater van de glastuinbouw buiten de grenzen van het Hoogheemraadschap zou de belasting van het oppervlaktewater binnen het gebied worden verlaagd. Om de positieve invloed daarvan op de waterkwaliteit te beoordelen is het noodzakelijk om de betekenis van de belasting door de glastuinbouw in verhouding tot de belasting vanuit andere bronnen te kwantificeren. Een en ander is uitgewerkt in twee nota's waarvan dit de eerste is.

In deze nota zijn water- en stoffenbalansen voor het gebied van het Hoogheemraadschap uitgewerkt om de totale belasting door uitspoeling vanuit het landelijk gebied te kwantificeren. De glastuinbouw maakt deel uit van

Andere posten van ondergeschikt belang zijn buiten beschouwing gebleven. De verdamping, berekend als sluitpost van de balans, kwam gerekend over de totale oppervlakte van het balansgebied van 27 500 ha uit op gemiddeld 495 mm per jaar. Gerekend over de oppervlakte van het landelijk gebied, dat wil zeggen over de totale oppervlakte verminderd met de oppervlakte verhard terrein, was dat 590 mm per jaar. De orde van grootte van de verdamping lag in de lijn der verwachting. Hieruit is geconcludeerd dat de waterbalansgegevens een voldoende betrouwbare basis vormden voor de stoffenbalansberekeningen. De posten van de stoffenbalansen zijn in het algemeen berekend op basis van de uitkomsten van de waterbalans en concentratiegegevens.

De zoutconcentratiegegevens zijn daarbij afgeleid uit metingen van de specifieke geleiding. De bijdragen van het ingelaten en van het geloosde water zijn in eerste instantie op weekbasis berekend en vervolgens tot jaartotalen gesommeerd. De bijdragen van de kwel, de wegzijging en neerslag zijn direct op jaarbasis berekend. Ook in deze berekeningen is de belasting vanuit het landelijk gebied als restpost beschouwd.

De resultaten van de stoffenbalansberekeningen (Tabel 5) laten zien dat de verhouding tussen de tot de belasting bijdragende posten kenmerkende verschillen vertoont als chloride, zout en bromide worden vergeleken. In de bromidebalans domineert de als restpost berekende belasting vanuit het landelijk gebied. Deze post draagt met 189×10^3 kg per jaar voor meer dan 70% bij in de totale belasting. Dit hangt samen met het gebruik van methylbromide voor grondontsmetting in de glastuinbouw en was in overeenstemming met de verwachtingen. In de chloridebalans daarentegen overheerst de bijdrage van de zoute kwel en is de belasting vanuit het landelijk gebied minimaal. Ook dat lag in de lijn der verwachting. In de zoutbalans zou volgens de berekeningen de belasting vanuit het landelijk gebied voor ca 43% in de totale zoutbelasting bijdragen. Gezien de opmerkingen over de uitkomsten van de bromide- en chloridebalansberekeningen is het aannemelijk dat de als sluitpost berekende zoutbelasting van gemiddeld 675×10^3 keq per jaar voor het landelijk gebied een redelijk betrouwbaar uitgangspunt is voor de verdere kwantificering van de bijdrage van de glastuinbouw. Dit is in een volgende nota (HAMAKER, 1989) verder uitgewerkt.

L I T E R A T U U R

- HAMAKER, Ph., 1982. Bromidebalansberekeningen voor het Hoogheemraadschap van Delfland voor de periode september 1979 tot en met augustus 1980. ICW-nota 1381.
- HAMAKER, Ph., 1986. Voorstel ICW-onderzoek naar kwaliteit oppervlaktewater Delfland als gietwaterbron voor de glastuinbouw.
- HAMAKER, Ph., 1989. Bijdrage glastuinbouw tot zoutbelasting oppervlaktewater Delfland. ICW-nota 1949.
- INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING, 1979. Kwantitatieve waterbehoefte van de Hoogheemraadschappen Delfland en Schieland. ICW-nota 1115.
- OOSTEROM, H.P. en J.H.A.M. STEENVOORDEN, 1974. Chemische en fysische samenstelling van grond- en oppervlaktewater in enkele gebieden. ICW-nota 810.
- SONNEVELD, C., 1969. De chemische samenstelling van het oppervlaktewater in het Zuidhollands Glasdistrict, onderzoek 1967 - 1968. Intern verslag. Proefstation voor de groenten- en fruitteelt onder glas, Naaldwijk.
- STEENVOORDEN, J.H.A.M. en H.P. OOSTEROM, 1977. De chemische samenstelling van het ondiepe grondwater bij rundveehouderijbedrijven. ICW-nota 964.
- UNITED STATES SALINITY LABORATORY STAFF, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Handbook 60.
- WEGMAN, R.C.C., H. DE HEER, Ph. HAMAKER en H.H. VAN DEN BROEK, 1982. De bromidehuishouding van het Hoogheemraadschap van Delfland in de periode mei 1979 t/m oktober 1980. Rijks Instituut voor de Volksgezondheid, Rapport nr. 217 901 003.
- WERKGROEP MIDDEN WEST-NEDERLAND, 1976. Hydrologie en Waterkwaliteit van Midden West-Nederland. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Regionale Studies 9.
- WERKGROEP ZOUTBALANS VAN DE STICHTING RELATIE GLADHEIDSBESTRIJDING-MILIEUBEHEER, 1977. Het effect van wegeenzout op het zoutgehalte van bodemvocht, grondwater en oppervlaktewater. Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek.