

ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

ICW nota 1815
Werkgroep Zuid-Holland V
november 1987



nota

WATER- EN ZOUTHUISHOUDING VOOR TWEE GEBIEDEN OP GOEREE-OVERFLAKKEE
TIJDENS DE ZOMERPERIODEN VAN 1981 EN 1982

Ph. Hamaker en G. Slijkhuis

instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, wageningen



NOTA/1815

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. ALGEMEEN	2
3. WATERBALANS	5
4. CHLORIDEBALANS	7
5. RESULTATEN	8
5.1. Waterbalans	8
5.2. Waterkwaliteit	12
5.3. Chloridebalans	16
6. SAMENVATTING	19
LITERATUUR	22

ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

1. INLEIDING

In opdracht van Provinciale Waterstaat Zuid-Holland (thans Dienst Water en Milieu van de Provincie Zuid-Holland) heeft het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding in de periode 1984-1987 onderzoek gedaan naar de waterbehoefte voor peilbeheer en bestrijding van de interne verzilting voor het zuidelijk deel van de provincie. Het vroegere eiland Goeree-Overflakkee maakte deel uit van het studiegebied.

Eerder, in de periode 1978-1982, heeft een Werkgroep Watervoorziening Landbouw gegevens verzameld met betrekking tot de water- en zouthuishouding van twee poldergebieden op Goeree-Overflakkee tijdens perioden met inlaat van zoet water vanuit het Haringvliet in het zomerhalfjaar. De desbetreffende gegevens zijn aan het ICW ter beschikking gesteld. Deze nota heeft betrekking op de uitwerking daarvan voor zover het de jaren 1981 en 1982 betreft. Een en ander had tot doel gegevens te krijgen waaraan de resultaten van het latere onderzoek in opdracht van de provincie konden worden getoetst.

In hoofdstuk 2 worden de achtergronden van het onderzoek nader toegelicht en worden de beide gebieden waarop het onderzoek betrekking had nader omschreven. De hoofdstukken 3 en 4 betreffen respectievelijk de water- en zoutbalans, de gegevens die zijn verzameld en de metingen die in het kader van het onderzoek zijn uitgevoerd om die balansen te kwantificeren. De resultaten komen aan de orde in hoofdstuk 5. Een en ander is samengevat in hoofdstuk 6.

2. ALGEMEEN

De afsluiting van het Haringvliet in 1971 en de daaropvolgende verzoeting van dit bekken opende voor delen van Goeree-Overflakkee de mogelijkheid tot inlaat van zoet water ten behoeve van de landbouw. Om hiermee samenhangende vragen te beantwoorden heeft een Werkgroep Watervoorziening Landbouw in overleg met het Waterschap Goeree-Overflakkee onderzoek uitgevoerd naar verschillende aspecten van die zoetwateraanvoer. De werkgroep stond onder leiding van de door het ICW bij de Commissie Watervoorziening en Ontziltling (CWO) in de provincie Zeeland gedetacheerde medewerker ing. van der Weerd. De inhoud van deze nota berust op de door genoemde werkgroep verzamelde gegevens. In dit verband moet speciaal de naam van van den Bliek, toendertijd werkzaam voor de CWO, genoemd worden.

In het kader van het onderzoek werd voor twee gebieden op Goeree-Overflakkee de water- en zouthuishouding bestudeerd. De beide gebieden zijn aangegeven op de kaart van figuur 1 en, in meer detail, op die van figuur 2. Het meest westelijk gelegen gebied omvatte het gehele bemalingsgebied Dirksland c.a met uitzondering van de polder Roxenisse. Het andere gebied betrof de polder Kraayestein, de polder Everdina en de Sommelsdijkse Polder. De gebieden worden verder aangeduid als respectievelijk het gebied Dirksland, met een oppervlakte van 1670 ha, en het gebied Sommelsdijk, met een oppervlakte van 1070 ha.

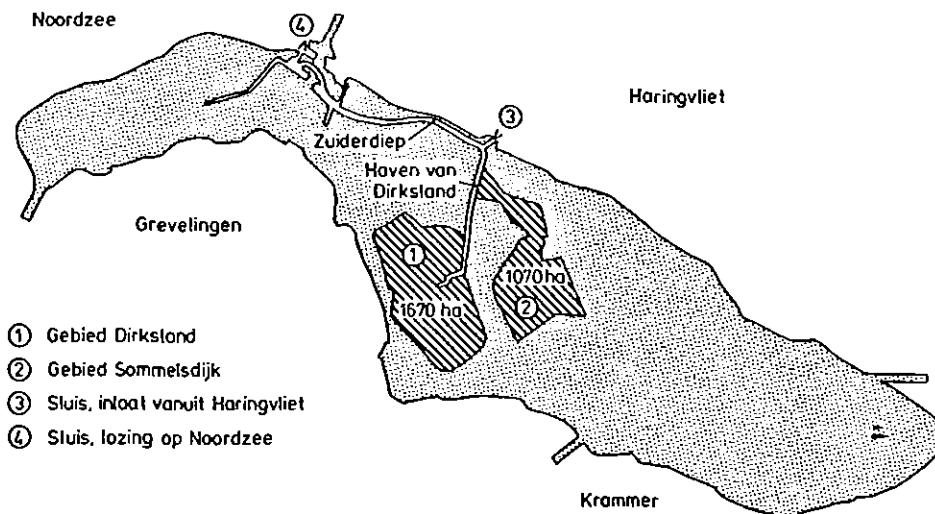


Fig. 1. Goeree-Overflakkee met omringende wateren, de Zuiderdiep-boezem en de beide gebieden waarop het onderzoek betrekking had (zie ook fig. 2)

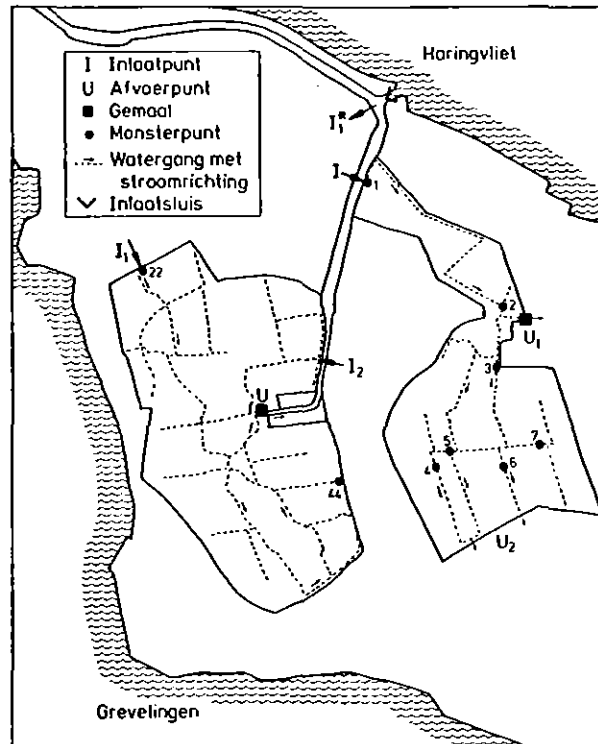


Fig. 2. Ligging van de poldergebieden Dirksland en Sommelsdijk op Goeree-Overflakkee (zie ook fig. 1)

Het onderzoek vond plaats in de jaren 1981 en 1982 en was gericht op de kwantificering van de water- en zouthuishouding, speciaal gedurende de perioden van zoetwaterinlaat in het zomerhalfjaar. Aan de hand van de resultaten zou het mogelijk zijn conclusies te trekken ten aanzien van de betekenis van infiltratie van oppervlaktewater naar de kavels en de behoefte aan doorspoeling ter bestrijding van de interne verzilting ten gevolge van zoute kwel.

De gebiedsgrenzen zijn in figuur 2 aangegeven, evenals de hoofdwatergangen daarbinnen. De stromingsrichting tijdens perioden van waterinlaat is door pijlen aangeduid. Waterinlaat naar het gebied Dirksland vond via twee punten plaats: vanuit een aangrenzend gebied (inlaat I_1) en vanuit de Haven van Dirksland (inlaat I_2). De afvoer liep via het gemaal in de plaats Dirksland (afvoer U). Het gebied Sommelsdijk had maar één inlaatpunt, gelegen nabij de kop van de Haven van Dirksland. De afvoer vond plaats via het gemaal te Sommelsdijk (afvoer U_1) en via een tweetal duikers over de zuidgrens van het gebied (afvoer U_2).

De Haven van Dirksland maakte deel uit van de zogenaamde Zuiderdiepboezem. Die boezem waterde via een sluis af op de Noordzee en werd via een andere sluis gevoed en doorgespoeld vanuit het Haringvliet (zie fig. 1). De Haven van Dirksland kon gezien worden als een doodlopende tak van die boezem die niet effectief vanuit het Haringvliet kon worden doorgespoeld. De kwaliteit van het water in de Haven van Dirksland liet dan ook regelmatig te wensen over, vooral ook doordat verschillende gemalen, waaronder hetemaal te Dirksland, erop uitsloegen. Dit had een negatieve invloed op de kwaliteit van het ingelaten water, niet alléén voor inlaat I_2 naar het gebied Dirksland maar ook voor de inlaat I naar het gebied Sommelsdijk. Zelfs inlaat I_1 naar het gebied Dirksland ondervond regelmatig de negatieve invloed van de lozing van brak water op de Haven van Dirksland. Immers ook dát water werd uiteindelijk aan de Zuiderdiepboezem onttrokken en wel dáár waar de Haven van Dirksland uitmondde in het Zuiderdiep. Dit is aangegeven als inlaatpunt I_1^* in figuur 2.

3. WATERBALANS

De metingen waren gericht op het kwantificeren van de water- en zout-huishouding tijdens perioden van zoetwaterinlaat. De balansvergelijking voor het oppervlaktewater binnen de gebiedsgrenzen is:

$$N_0 + I + L + D_w - U - E_0 - R = 0 \quad (1)$$

waarin N_0 = neerslag, direct op open water

I = zoetwaterinlaat

L = lozingen zuiveringsinstallaties enz.

D_w = afvoer vanuit kavels ($D_w > 0$) op of infiltratie ($D_w < 0$) vanuit open water

U = afvoer via gemalen of duikers

E_0 = verdamping, direct vanuit open water

R = beregening vanuit open water

De grootheden worden uitgedrukt in mm, berekend op basis van de gebiedsoppervlakten. Het openwater oppervlak is slechts een fractie van de totale gebiedsoppervlakte zodat N_0 en E_0 verwaarloosbaar klein zijn in perioden waarin de inlaat I van betekenis is. Er is verder aangenomen dat het polderpeil over de beschouwde perioden constant is. Een bergingsterm komt in vergelijking (1) dan ook niet voor. Bij verwaarlozing van N_0 en E_0 wordt vergelijking (1) vereenvoudigd tot:

$$D_w \approx U + R - I - L \quad (2)$$

Bij grondwaterstanden boven polderpeil geldt $D_w > 0$. Er is dan afvoer vanuit de kavels naar het oppervlaktewatersysteem, direct en via de drains of alléén direct wanneer de grondwaterstand tot beneden drain-niveau is gedaald. Bij grondwaterstanden beneden polderpeil geldt $D_w < 0$. Er vindt dan infiltratie plaats. Binnen een gebied kunnen te zelfdertijd kavels met afvoer en kavels met infiltratie voorkomen. De grootheid D_w in de waterbalans betreft de som van afvoer en infiltratie over alle kavels binnen de gebiedsgrenzen.

Het onderzoek van de werkgroep richtte zich op het bepalen van U , R , I en L . Via vergelijking (2) kon dan D_w als restpost berekend worden. Lozingen L speelden alleen in het gebied Dirksland een rol. De zuiveringsinstallatie van Melissant loosde per dag circa 400 m^3 op het polderwater. Dit kwam neer op circa $0,025 \text{ mm.d}^{-1}$. De berekening R werd geschat aan de hand van gegevens over de beregende oppervlakte, het aantal beregeningen en de gift per berekening. De gegevens werden via het Waterschap verkregen. Uit die inventarisatie bleek dat berekening geen grote rol speelde. Berekend over het totale gebied en de totale periode van waterinlaat bleef dit beperkt tot circa 2 mm voor het gebied Dirksland en circa 3 mm voor het gebied Sommelsdijk. Deze waarden zijn voor beide jaren aangehouden. De afvoer U (voor gebied Dirksland) en U_1 (voor gebied Sommelsdijk) werd berekend door het Waterschap aan de hand van de draaitijden van de desbetreffende gemalen, de gemeten opvoerhoogten en de relatie tussen opvoerhoogte en debiet.

Het meetprogramma van de werkgroep was sterk geconcentreerd op de bepaling van de inlaat via I_1 en I_2 naar het gebied Dirksland en op de bepaling van de inlaat via I en de afvoer via U_2 voor het gebied Sommelsdijk (zie fig. 2). De stroming ter plaatse van al deze punten vond via duikers plaats. De duikers werden voorzien van meetschotten ter beperking van de natte doorsnede. Daardoor werd het verval over de duikers vergroot en meting daarvan beter mogelijk. Door periodieke meting van het stromingsprofiel in de duikers met behulp van een Ottmolen werd voor elke duiker een relatie tussen het drukverval en het debiet verkregen. Met behulp van deze relaties werden de debieten afgeleid uit de continu geregistreeerde verschillen in waterniveau aan weerszijde van de duikers.

4. CHLORIDEBALANS

In beide gebieden is het oppervlaktewater wekelijks, tweewekelijks of maandelijks bemonsterd, afhankelijk van de situatie. De bemonstering vond plaats in de periode van april/mei 1981 tot november/december 1982 en vond ook buiten de perioden van waterinlaat doorgang. In het gebied Dirksland lagen in totaal 40 monsterpunten, in het gebied Sommelsdijk 7 punten. De ligging van enkele van die punten is aangegeven in figuur 2.

Door de chloride (Cl)-concentraties bij de inlaat- en afvoerpunten te bekijken in samenhang met de inlaat I en de afvoer U kan een ruwe Cl-balansberekening voor het oppervlaktewater binnen de gebiedsgrenzen worden opgezet. Overeenkomstig vergelijking (2) was, bij verwaarlozing van de onttrekking van Cl via beregening en van de toevoer via afvalwater, de volgende vergelijking van toepassing:

$$D_z \approx U \cdot C_u - I \cdot C_i \quad (3)$$

waarin D_z = interne Cl-belasting van oppervlaktewater

C_u = Cl-concentratie van afgevoerde water

C_i = Cl-concentratie ingelaten water

De interne belasting D_z kan positief of negatief zijn, afhankelijk van de situatie. Door nu tijdens perioden met inlaat van zoet water de toevoer $I \cdot C_i$ en de afvoer $U \cdot C_u$ te berekenen konden conclusies worden getrokken voor wat betreft het verloop en de betekenis van de interne belasting D_z .

5. RESULTATEN

5.1. Waterbalans

Resultaten van de waterbalansberekeningen voor de perioden met inlaat van water in 1981 en 1982 zijn voor beide gebieden samengevat in tabel 1. De inlaat I en de afvoer U werden per dag berekend en vervolgens over de in de tabel aangegeven periode gesommeerd. Figuur 3 illustreert het grillige verloop van de inlaat, in dit geval voor het gebied Sommelsdijk.

Tabel 1. Waterbalansgegevens voor periode van zoetwaterinlaat in 1981 en 1982 voor twee poldergebieden op Goeree-Overflakkee

	Dirksland (1610 ha)		Sommelsdijk (1070 ha)	
	1981	1982	1981	1982
Inlaatperiode	22/6-28/9	13/5-2/9*	28/4-28/8*	28/4-24/8*
periode lengte (d)	98	107	123	119
inlaat				
(zie fig. 2) { I ₁ (mm)	34	38	140	151
I ₂ (mm)	(14)	16	-	-
lozingen L (mm)	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>-</u>	<u>-</u>
toevoer naar opp. water				
totaal (mm)	(51)	57	140	151
afvoer				
(zie fig. 2) { U ₁ (mm)	50	45	38	6
U ₂ (mm)	-	-	110	120
berekening R (mm)	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
onttrekking aan opp. water				
totaal (mm)	52	48	150	129
onttrekking-toevoer (mm)	(+1)	-9	+10	-22
(=D _w in vergelijking (2))				=
idem (mm.d ⁻¹)	(+0,01)	-0,09	+0,08	-0,19

* meetperiode beëindigd op aangegeven datum, inlaat gecontinueerd tot in oktober

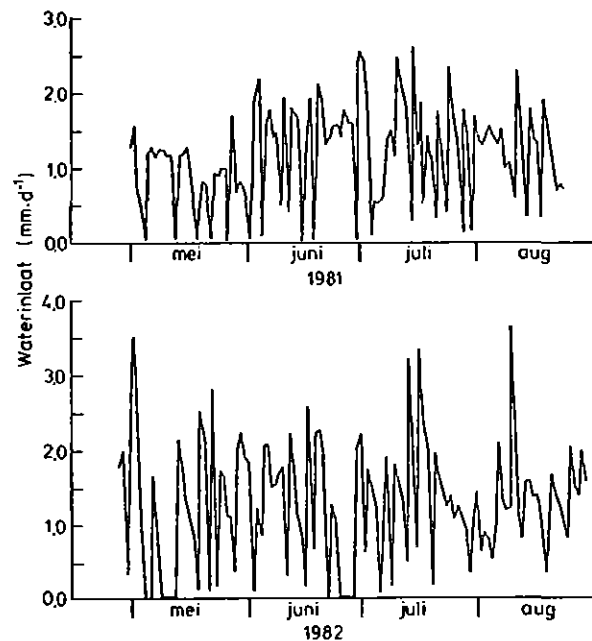


Fig. 3. Verloop van de inlaat van zoet water naar het gebied
 Sommelsdijk, in 1981 en 1982

Waar het oorspronkelijke gegevensbestand hiaten vertoonde als gevolg van storingen in de meetapparatuur is dat via interpolatie zo goed mogelijk aangevuld. Dat was niet mogelijk voor de inlaat via punt I_2 naar het gebied Dirksland in 1981. Het is wellicht niet onredelijk om aan te nemen dat de verhouding tussen I_1 en I_2 in 1981 bij benadering gelijk was aan die in 1982. In dat geval zou voor 1981 berekend worden dat $I_2 = 14$ mm, zodat $D_w \approx 0$ mm. Deze onzekerheid is in de tabel tot uitdrukking gebracht door de desbetreffende gegevens tussen haken te plaatsen.

De gegevens in tabel 1 laten zien dat de berekening (R) en de lozingen (L) van weinig betekenis waren op de totale waterbalans. Het kwam er dus op neer dat de grootte van D_w , berekend als restpost via vergelijking (2), vrijwel geheel bepaald is door de grootte van de waterinlaat I en de waterafvoer U. Een relatief kleine fout in de bepaling van I en/of U had dan ook een relatief grote fout in D_w tot gevolg. Gezien de moeilijkheden bij de metingen en gezien de eerdere opmerking met betrekking tot hiaten in de meetgegevens moet de betrouwbaarheid van D_w niet te hoog worden ingeschat. Voorzichtigheid bij het trekken van conclusies is dus geboden.

Voor beide gebieden werd voor 1982 een negatieve D_w berekend. Dit zou wijzen op een netto infiltratie vanuit het oppervlaktewater. Voor 1981 werd voor het gebied Sommelsdijk een positieve D_w berekend hetgeen zou wijzen op een netto afvoer vanuit de kavels naar het oppervlaktewater. Op dagbasis, gemiddeld voor de gehele periode van inlaat van zoet water, ging het slechts om een minimale afvoer van minder dan 0.1 mm.d^{-1} .

In tabel 2 zijn de gegevens met betrekking tot de neerslag, de verdamping en het daaruit afgeleide neerslagtekort (verdampingsoverschot) opgenomen. Daaruit blijkt dat het neerslagtekort in 1982 groter was en dat de aaneengesloten periode met een neerslagtekort eerder begon en langer duurde dan in 1981. Daarom zullen naar wordt aangenomen lagere grondwaterstanden zijn opgetreden in 1982, resulterend in een grotere infiltratie vanuit het oppervlaktewater. De berekende D_w -waarden wezen voor beide gebieden ook in die richting.

In termen van de zoetwatervoorziening van beide gebieden werd geconcludeerd dat de aanvoerbehoefte voor peilhandhaving (ter compensatie van de onttrekking aan het oppervlaktewater via infiltratie) niet van veel betekenis was. Dit kwam overeen met de op praktijkervaring gebaseerde mening van het waterschap en van agrariërs ter plaatse dat het belang van zoetwateraanvoer direct samenhangt met de behoefte aan zoet water voor beregening. In de jaren 1981 en 1982 was die behoefte kennelijk minimaal.

De conclusie, dat infiltratie in het zomerhalfjaar van weinig betekenis was, was naar mag worden aangenomen op het overgrote deel van Goeree-Overflakkee van toepassing voor zover de waterhuishoudkundige en bodemkundige situatie en het bodemgebruik vergelijkbaar zijn met die in de beide gebieden waar het onderzoek plaatsvond.

Tabel 2. Neerslag N (gemiddelde van stations Dirksland en Den Bommel), geschatte actuele verdamping $E_a (= 0,7 E_0)$, met E_0 als open water verdamping volgens Penman, gemiddelde voor stations Vlissingen en Oudenbosch), geschatte neerslagtekort $N - 0,7 E_0$ per decade en cumulatief vanaf decade waarin gesommeerde $N - 0,7 E_0$ blijvend negatief is

		N mm	per decade $0,7 E_0$ mm	$N - 0,7 E_0$ mm	cumulatief $N - 0,7 E_0$ mm
1981					
mei	I	40,7	20,0	+20,7	
	II	14,0	27,6	-13,6	
	III	55,8	25,2	+30,6	
juni	I	32,7	20,6	+12,1	
	II	9,6	26,6	-17,0	-17,0
	III	35,4	20,6	+14,8	- 2,2
juli	I	4,4	26,2	-21,8	-24,0
	II	11,6	23,8	-12,2	-36,2
	III	26,4	27,6	- 1,2	-37,4
aug.	I	1,8	21,7	-19,9	-57,3
	II	15,7	21,7	- 6,0	-63,3
	III	4,7	20,6	-15,9	-79,2
sept.	I	3,5	18,2	-14,7	-93,9
	II	42,0	14,0	+28,0	-65,9
	III	9,8	14,3	- 4,5	-70,4
<hr/>					
1982					
mei	I	13,6	22,7	- 9,1	- 9,1
	II	12,4	29,0	-16,6	- 25,7
	III	8,9	31,2	-22,3	- 48,0
juni	I	7,1	33,5	-26,4	- 74,4
	II	37,6	26,9	+10,7	- 63,7
	III	43,9	26,2	+17,7	- 46,0
juli	I	1,8	26,9	-25,1	- 71,1
	II	9,9	34,6	-24,7	- 95,8
	III	9,3	26,9	-17,6	-113,4
aug.	I	41,3	24,5	+16,8	- 96,6
	II	25,8	25,5	+ 0,3	- 96,3
	III	20,7	20,6	+ 0,1	- 96,2
sept.	I	6,0	17,8	-11,8	-108,0
	II	2,3	15,0	-12,7	-120,7
	III	24,6	15,0	+ 9,6	-111,1

5.2. Waterkwaliteit

Gegevens met betrekking tot het Cl^- -concentratieverloop zijn verwerkt in de volgende drie figuren (zie ook fig. 2):

- Figuur 4: oppervlaktewater in de directe omgeving van het inlaatpunt I_2 (gemiddelde van drie monsterpunten), in de omgeving van het afvoerpunt U (gemiddelde van zes monsterpunten) en ter plaatse van het inlaatpunt I_1 (één monsterpunt), voor het gebied Dirksland.
- Figuur 5: oppervlakte ter plaatse van de punten 22 en 44 en gemiddeld over alle 32 monsterpunten voor het gebied Dirksland.
- Figuur 6: oppervlaktewater ter plaatse van inlaatpunt I (één monsterpunt), in de omgeving van het afvoerpunt U_1 (gemiddelde van twee monsterpunten) en nabij het afvoerpunt U_2 (gemiddelde van vier monsterpunten), voor het gebied Sommelsdijk.

De drie figuren worden achtereenvolgens nader besproken (zie ook fig. 2)

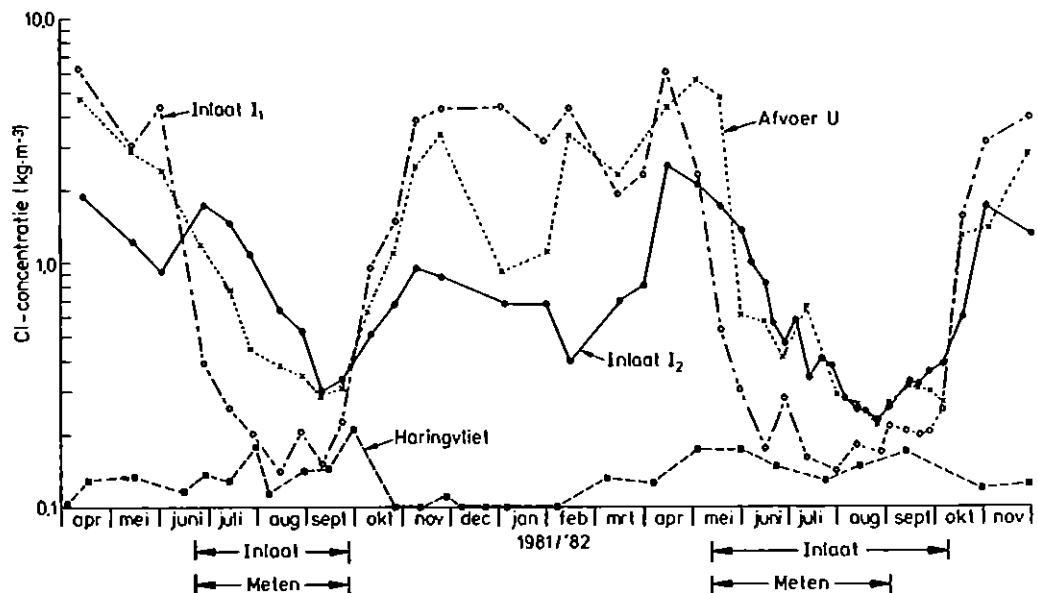


Fig. 4. Verloop van de Cl^- -concentratie van het oppervlaktewater bij de inlaatpunten en het afvoerpunt, voor het gebied Dirksland

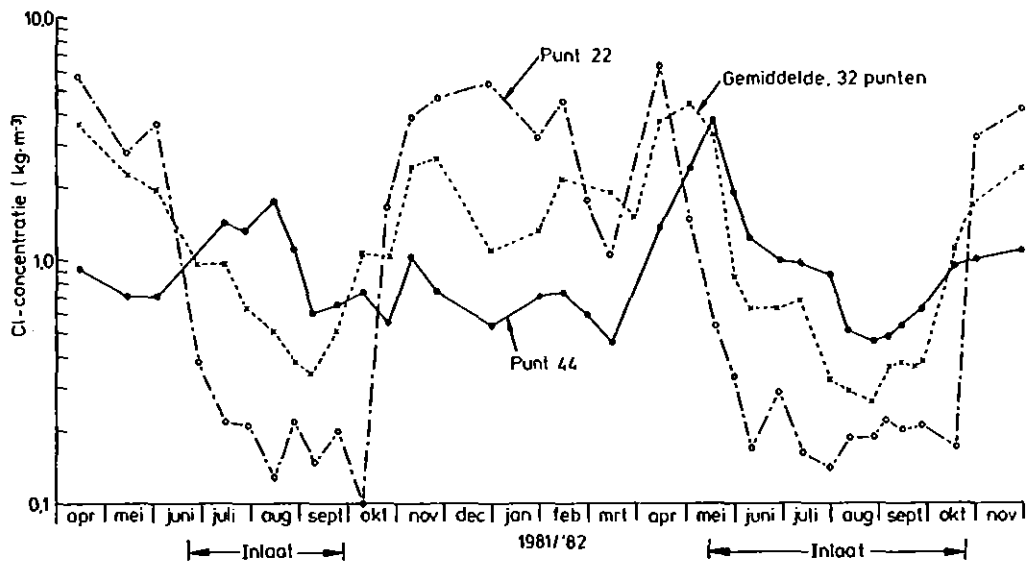


Fig. 5. Verloop van de Cl-concentratie van het oppervlaktewater, voor het gebied Dirksland

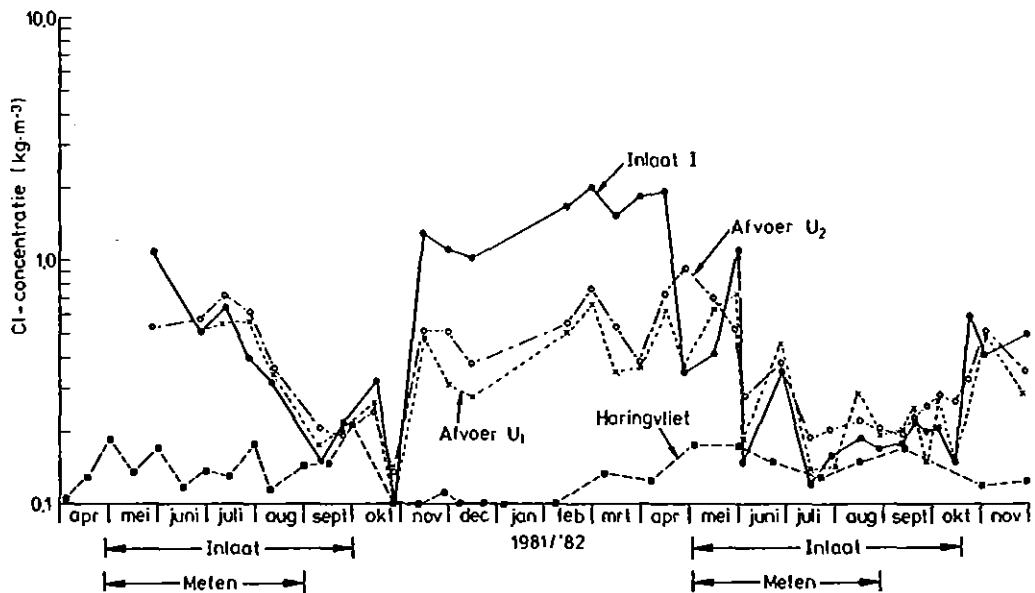


Fig. 6. Verloop van de Cl-concentratie van het oppervlaktewater bij het inlaatpunt en de afvoerpunten, voor het gebied Sommeldijk

De invloed van de inlaat van zoet water komt in figuur 4 heel duidelijk tot uiting. In de loop van die perioden daalde de Cl-concentratie bij inlaat I_1 tot beneden $0,2 \text{ kg.m}^{-3}$. In het winterhalfjaar kwamen daar regelmatig Cl-concentraties van meer dan $4,0 \text{ kg.m}^{-3}$ voor, met pieken van $6,0$ à $7,0 \text{ kg.m}^{-3}$. Ook de Cl⁻-concentratie bij inlaatpunt I_2 daalde tijdens de periode van waterinlaat maar minder snel en minder sterk dan bij inlaat I_1 . Verder valt op dat de Cl-concentratie bij zowel inlaat I_1 als bij inlaat I_2 niet alleen buiten maar ook tijdens de perioden van inlaat van zoet water op een hoger niveau lag dan de Cl-concentratie van het Haringvlietwater.

Buiten de perioden van waterinlaat was er géén relatie tussen de concentraties in het Haringvliet en ter plaatse van de inlaatpunten I_1 en I_2 te verwachten. Immers, de concentratie in het Haringvliet werd bepaald door de concentraties van het afgevoerde Maas- en Rijnwater terwijl de concentraties bij de punten I_1 en I_2 dan afhankelijk waren van de zoutbelasting vanuit de kavels ter plaatse. Tijdens periode met inlaat van zoet water zou verwacht mogen worden dat de Cl-concentratie bij punt I_1 een directe samenhang vertoonde met die van het Haringvlietwater. Immers, het bij inlaat I_1 ingelaten water werd ter plaatse van inlaat I_1^* aan het Zuiderdiep onttrokken en het Zuiderdiep werd weer vanuit het Haringvliet gevoed. Het verschil tussen de concentraties van het Haringvlietwater en die van het bij punt I_1 ingelaten water zou een gevolg kunnen zijn van de zoutbelasting die optrad tijdens de stroming van het water door het gebied van de ruilverkaveling "De Stelle", van inlaatpunt I_1^* naar inlaatpunt I_1 . Het was echter aannemelijk dat daarnaast óók de lozingen van overtollig water, onder andere via het gemaal te Dirksland (punt U), op de Haven van Dirksland van invloed waren. Dit met zout belaste overtollige water stroomde via de Haven van Dirksland naar het Zuiderdiep, langs inlaatpunt I_1^* . Dit moet een negatieve invloed hebben gehad op de concentratie van het dáár aan de Zuiderdiepboezem onttrokken water. Het is achteraf niet mogelijk aan te geven welke factor de grootste invloed had op de Cl-concentratie bij inlaat I_1 : de kwaliteit van het via punt I_1^* ingelaten water vanuit de Haven van Dirksland of de belastfng in het gebied van de ruilverkaveling "De Stelle" tussen de punten I_1^* en I_1 .

Wat de inlaat via punt I_2 betreft hoefde er géén twijfel te bestaan. Hier was de invloed van de lozing bij punt U (en bij andere gemalen die uitslaan op de Haven van Dirksland) evident, met name in 1982. De concentraties van de lozing via punt U en van het ingelaten water via punt I_2 vielen toen vrijwel samen. De invloed van de inlaat van zoet water vanuit het Haringvliet naar de Zuiderdiepboezem was toen ter plaatse van inlaat I_2 in het geheel niet merkbaar.

Een laatste opmerking met betrekking tot figuur 4 betreft het verloop van de Cl-concentraties direct ná beëindiging van de inlaat van zoet water. Het verloop vertoonde zowel bij de inlaatpunten I_1 en I_2 als bij het afvoerpunt U een sterke stijging. De beëindiging van de inlaat bleek samen te vallen met, of direct gevolgd te worden door een regenrijke periode. Dit kon uit zowel de neerslaggegevens als de maalstaten worden afgeleid. Het lag dan ook voor de hand te veronderstellen dat de toename van de Cl^- -concentratie van het oppervlaktewater samenhang met het weer op gang komen van de afvoer van overtollig water met hoge Cl-concentraties vanuit de kavels, direct en via drains.

De bespreking van figuur 5 hoeft na het voorgaande minder uitvoerig te zijn. De punten 22 en 44 zijn gekozen omdat dáár van een speciale situatie sprake was. Bij punt 22 waren de concentratieverschillen tussen de perioden met en zonder waterinlaat groot. Gezien de ligging van punt 22 nabij inlaat I_1 was dit ook te verwachten. Bij punt 44 daarentegen was de invloed van de inlaat van zoet water veel minder duidelijk merkbaar, zeker in 1981. Gezien de ligging van punt 44 lag het voor de hand te veronderstellen dat dit te maken had met de beperkte doorstroming ter plaatse. De gemiddelde concentratie voor alle 32 monsterpunten daalde tijdens de inlaatperiode geleidelijk tot een laagste waarde van circa $0,35 \text{ kg.m}^{-3}$ in 1981 en van circa $0,25 \text{ kg.m}^{-3}$ in 1982. De in figuur 5 verwerkte gegevens laten zien dat er binnen de grenzen van het gebied Dirksland grote verschillen in Cl-concentratie bleven bestaan tijdens de inlaat van zoet water.

Figuur 6 voor het gebied Sommelsdijk laat direct zien dat de Cl-concentraties in het algemeen, maar speciaal in het winterhalfjaar, op een veel lager niveau lagen dan in het gebied Dirksland. Dit wées op een lager niveau van de Cl-belasting door zoute kwel.

Tijdens de perioden met waterinlaat lagen de concentraties bij het inlaatpunt (I), nabij het gemaal (U_1) en nabij de afvoerduikers (U_2) dicht bij elkaar. De naar verhouding grote doorspoeling van het gebied (zie gegevens tabel 1) kon dit verklaren. De hoge Cl-concentraties bij het inlaatpunt buiten de inlaatperioden hingen mogelijk samen met lekkage of kwel vanuit de Haven van Dirksland ter plaatse.

Ook in figuur 6 valt weer op dat de Cl-concentratie van het ingelaten water bijna steeds hoger was dan de concentratie van het Haringvlietwater. In dit verband wordt verwezen naar de eerdere opmerkingen over de zoutbelasting van de Haven van Dirksland door bemaling en de negatieve invloed daarvan op de Zuiderdiepboezem.

Meer algemeen blijkt uit het bovenstaande dat het gebruik van de Zuiderdiepboezem voor zowel afvoer van overtollig water als voor aanvoer van zoet water vanuit het Haringvliet een negatieve invloed had op de kwaliteit van het ingelaten water, speciaal voor het inlaatpunt I_2 bij Dirksland. Dit inlaatpunt is inmiddels in het kader van de uitvoering van de ruilverkaveling "Flakkee" vervallen. Ook het inlaatpunt I voor het gebied Sommelsdijk is niet langer in gebruik. Dit gebied wordt thans rechtstreeks vanuit het Haringvliet van water voorzien. Het inlaatpunt I_1^* echter is en blijft belangrijk, speciaal voor de watervoorziening van het gebied van de ruilverkaveling "De Stelle". De kwaliteit van het dáár ingelaten water zal dan ook gezien de lozingen op de Haven van Dirksland een bron van zorg blijven.

5.3. Chloridebalans

Door de gegevens van tabel 1 te combineren met de in de figuren 4 en 6 verwerkte Cl^- -concentratiegegevens is een ruwe Cl-balansberekening uitgevoerd voor het oppervlaktewater voor beide gebieden, gebruik makend van vergelijking (3). Doel van die berekening was een indruk te krijgen van de Cl-belasting vanuit de kavels tijdens de perioden van waterinlaat.

Uit de figuren 4 en 6 is een gemiddelde concentratie afgeleid van het ingelaten en afgevoerde water gedurende de perioden van waterinlaat.

Het allereerste begin van die perioden is bij de bepaling van de gemiddelde concentraties buiten beschouwing gelaten om de invloed van veranderingen in de Cl-berging in het oppervlaktewater op het eindresultaat te beperken. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de aldus verkregen gemiddelde concentraties en de wateraan- en afvoergegevens uit tabel 1. Er heeft dus geen "weging" naar de wateraan- en afvoer plaatsgevonden.

Tabel 3 heeft betrekking op de resultaten van de berekeningen. Voor het gebied Dirksland waren de Cl-aan- en afvoer (respectievelijk $I.C_i$ en $U.C_u$) in 1982 met elkaar in evenwicht. Dit zou inhouden dat de belasting via afvoer vanuit de kavels gelijk was aan de onttrekking aan het oppervlaktewater via infiltratie, althans gerekend over de totale balansperiode. In 1981 was afvoer van Cl groter dan de inlaat hetgeen zou wijzen op een netto positieve belasting vanuit de kavels gerekend over de periode van waterinlaat. Ook voor het gebied Sommelsdijk was dat het geval in 1981. De gegevens voor 1982 daarentegen duiden op een netto negatieve belasting van het oppervlaktewater voor laatstgenoemd gebied. Dat wil zeggen dat de onttrekking via infiltratie en berekening groter was dan de belasting vanuit de kavels.

De gegevens in tabel 3 geven niet meer dan een zeer globale indicatie van de betekenis van de Cl-belasting van de polderwateren in de perioden met inlaat van zoet water in het zomerhalfjaar van 1981 en 1982. Binnen de totale periode van inlaat kunnen deelperioden zijn voorgekomen met een van het gemiddelde beeld afwijkende situatie. Ook moet nogmaals benadrukt worden dat de situatie van jaar tot jaar verschillend zal zijn, afhankelijk van met name het neerslagpatroon in verhouding tot de verdamping.

Tenslotte wordt gewezen op de resultaten van geohydrologisch onderzoek van WIT en TE BEEST (1988) en veldonderzoek van SLIJKHUIS en HAMAKER (1987). Beide onderzoekingen vonden plaats in het kader van de opdracht van PWS-Zuid-Holland. Uit het eerstgenoemde onderzoek bleek dat de kwel voor beide gebieden gesteld kon worden op circa $0,1 \text{ mm.d}^{-1}$. Uit het laatstgenoemde onderzoek werd afgeleid dat de Cl-concentratie van de kwel voor het gebied Dirksland in de orde van $9,0 \text{ kg.m}^{-3}$ lag en voor het gebied Sommelsdijk in de orde van $2,5 \text{ kg.m}^{-3}$.

Hieruit volgt dat de Cl-belasting op jaarbasis in de orde van respectievelijk 9,0 en 2,5 kg.ha⁻¹.d⁻¹ lag. Vergelijking van deze belasting met die in tabel 3 maakt duidelijk dat de belasting in de perioden met waterinlaat duidelijk beneden de gemiddelde belasting op jaarbasis ligt.

Tabel 3. Globale Cl⁻-balansberekening voor oppervlaktewatersysteem in gebieden Dirksland en Sommeldijk, gedurende perioden van zoetwaterinlaat in 1981 en 1982

	Dirksland		Sommeldijk		
	1981	1982	1981	1982	
Inlaatperiode	22/6-28/9	13/5-2/9*	28/4-28/8*	28/4-24/8*	
periode lengte (d)	98	107	123	119	
inlaat (mm)/ conc. (kg.m ⁻³)	I ₁ (I ₂	34/0,22 (14)/0,88	38/0,25 16/0,52	140/0,41 -/-	151/0,35 -/-
inlaat (kg.ha ⁻¹ .d ⁻¹)	I.C _i	(2,0)	1,7	4,7	4,4
afvoer (mm)/ conc. (kg.m ⁻³)	U ₁ (U ₂	50/0,54 -/-	45/0,40 -/-	38/0,43 110/0,50	6/0,34 120/0,32
afvoer (kg.ha ⁻¹ .d ⁻¹)	U.C _u	2,8	1,7	5,8	3,4
afvoer-inlaat (kg.ha ⁻¹ .d ⁻¹)	U.C _u -I.C _i	(+0,8)	0,0	+1,2	-1,0

* meetperiode beëindigd op aangegeven datum. waterinlaat gecontinueerd tot in oktober

6. SAMENVATTING

Deze nota heeft betrekking op onderzoek aangaande de water- en zout-huishouding van twee poldergebieden op Goeree-Overflakkee. Het onderzoek werd uitgevoerd door een Werkgroep Watervoorziening Landbouw in de perioden met inlaat van zoet water tijdens het zomerhalfjaar van 1981 en 1982.

De door genoemde werkgroep verzamelde gegevens zijn aan het ICW ter beschikking gesteld. De bewerking van de gegevens was gericht op het kwantificeren van de water- en zoutbalans van de gebieden, speciaal met het oog op bepaling van de waterbehoefte voor peilhandhaving en bestrijding van de interne verzilting ten gevolge van zoute kwel. Beide gebieden werden vanuit de zogenaamde Zuiderdiepboezem van water voorzien (fig. 1 en 2). De ingelaten hoeveelheden water en de waterafvoer over de gebiedsgrenzen (via bemaling en afstroming naar aangrenzende gebieden) werden voor zover mogelijk uit de verzamelde gegevens afgeleid. Ook werden het ingelaten en afgevoerde water periodiek bemonsterd, evenals het oppervlaktewater op een aantal plaatsen. De resultaten van het onderzoek laten zich puntsgewijze als volgt samenvatten:

- De inlaat vertoonde een bijzonder grillig verloop (fig. 3); dit bemoeilijkte de bewerking van de gegevens en had een ongunstige invloed op de betrouwbaarheid van het eindresultaat.
- De als resultante van inlaat en afvoer berekende infiltratie van oppervlaktewater in de periode van mei tot en met augustus was in het jaar 1982 groter dan in 1981 (tabel 1); dit was in overeenstemming met het grotere verdampingsoverschot in 1982 (tabel 2).
- De infiltratie bleef ook in 1982 beperkt tot een gemiddelde in de orde van $0,1 \text{ à } 0,2 \text{ mm.d}^{-1}$.
- De minimale rol van de infiltratie bevestigde de mening van het waterschap en de agrariers in het gebied dat de betekenis van de zoetwateraanvoer vooral ligt in de mogelijkheid van beregening.
- De zoutbalansgegevens waren in grote lijnen in overeenstemming met de waterbalansgegevens: de zoutbelasting van het oppervlaktewater binnen de gebiedsgrenzen was tijdens de periode met inlaat van zoet water naar verhouding klein (tabel 3).

- De invloed van de inlaat van zoet water op de kwaliteit van het oppervlaktewater was zeer duidelijk, vooral in het gebied Dirksland; (fig. 4 t/m 6).
- Binnen met name het gebied Dirksland kwamen tijdens de perioden met inlaat van zoet water grote en blijvende verschillen in Cl-concentratie voor: in de uithoeken van het gebied bleef de concentratie als gevolg van de minimale doorspoeling ter plaatse op een hoog niveau hangen.
- De kwaliteit van het uit de Zuiderdiepboezem ingelaten water was niet optimaal omdat verschillende poldergebieden hun overtollige water op de Haven van Dirksland, die deel uitmaakt van die boezem, uitsloegen; dit door zoute kwel belaste water werd via die boezem richting Noordzee afgevoerd en stroomde daarbij langs de punten waar water werd ingelaten; speciaal de kwaliteit van het uit de Haven van Dirksland ingelaten water werd hierdoor ongunstig beïnvloed.
- De resultaten van het onderzoek wezen uit dat de belasting van de Haven van Dirksland zelfs een merkbaar ongunstige invloed had op de kwaliteit van het water dat naar het gebied van de ruilverkaveling "de Stelle" werd ingelaten via het inlaatpunt, gelegen ter hoogte van de inlaatsluis vanuit het Haringvliet (daar, waar de Haven van Dirksland overgaat in het Zuiderdiep, zie fig. 2).

Tot zover de belangrijkste conclusies uit het onderzoek. In het kader van de uitvoering van de ruilverkaveling "Flakkee" is de inlaat van water vanuit de Haven van Dirksland inmiddels beëindigd. Bij de afvoer van overtollig water uit dat gebied blijft de Zuiderdiepboezem een centrale rol vervullen. Het gebied "de Stelle" is en blijft wat de voorziening met zoet water betreft geheel op het Zuiderdiep aangewezen. Met andere woorden: bij uitvoering van de bestaande plannen zal de Zuiderdiepboezem voor het gebied "Flakkee" een waterafvoerfunctie vervullen en voor het gebied "de Stelle" een wateraanvoerfunctie. Het is dan ook te voorzien dat de kwaliteit van het boezemwater blijvend een probleem zal zijn. Om de negatieve invloed van de lozingen op de inlaat naar het gebied "de Stelle" te minimaliseren zullen de volgende aspecten nauwkeurig op elkaar afgestemd moeten worden:

- inlaat van water vanuit het Zuiderdiep naar het gebied "de Stelle";
- bemaling van de gebieden die op de Haven van Dirksland uitslaan;
- inlaat van water vanuit het Haringvliet naar de Zuiderdiepboezem;
- afvoer van water via het Zuiderdiep richting Noordzee.

De vraag in hoeverre een en ander in de praktijk gerealiseerd kan worden blijft hier onbeantwoord.

LITERATUUR

SLIJKHUIS, G. en Ph. HAMAKER, 1987. Chlorideconcentraties van de kwel op Goeree-Overflakkee, Voorne-Putten en in de Hoekse Waard. ICW, nota 1812.

WIT, K.E. en J.G. TE BEEST, 1988. Hydrologisch onderzoek in het zuidelijk gedeelte van de provincie Zuid-Holland. Nota ICW (in voorbereiding).