

INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

WAGENINGEN

Onderzoek veranderingen in het grondwaterregime  
rondom het toekomstige Zoommeer c.a.

Verslag gegevensverwerking 1981 en 1982.

DEEL I : TEKST

ing. A.H.F. Kramer

## LIJST VAN BIJLAGEN

1.	INLEIDING	1
2.	NEERSLAG EN VERDAMPING	3
3.	DE COMPARTIMENTERINGSWERKEN	5
4.	DE SLOOT- EN GRONDWATERSTANDEN	7
	4.1 Algemeen	7
	4.2 De dwarsprofielen	9
	4.2.1 Algemeen	9
	4.2.2 Langs het Zoommeer	10
	4.2.3 Langs het Bathse Spuikanaal	12
	4.2.4 Langs de Vliet	12
	4.3 De tijdstijghoogtediagrammen	13
	4.4 De getij-afhankelijkheid van de grondwaterstanden	16
	4.5 De regressiediagrammen	17
	4.6 De beoordeling van de gemeten grond- waterstanden	18
5.	HET CHLORIDEGEHALTE VAN HET GRONDWATER	21
6.	HET CHLORIDEGEHALTE VAN HET OPPERVLAKTEWATER	23
7.	SAMENVATTING EN CONCLUSIES	25
	GERAADPLEEGDE LITERATUUR	30

LIJST VAN BIJLAGEN

nr.

Overzichtskaart meetnet (1:25.000) zuidelijk deel	1a
Overzichtskaart meetnet (1:25.000) noordelijk deel	1b
Overzichtskaart waterlopen en bemonsteringspunten	2
Cumulatief overzicht neerslag en verdamping	3a
Staafdiagram neerslagoverschot	3b
Dwarsprofielen: raai A	4
raai B	5
raai C	6
raai D	7
raai E	8
raai F	9
raai G	10
raai H	11
raai J	12
raai K	13
raai L	14
raai M	15
raai N	16
raai P	17
raai Q	18
raai RI en RII	19
raai a	20
raai b	21
raai c	22
raai d	23
raai e	24

Stijghoogtediagrammen:

Schorgrondwaterstanden, grondwaterstanden in landbouw-  
buizen en slootpeilen gemeten in:

raau A	25
raai B	26 en 27
raai C	28
raai D	29
raai E	30 en 31
raai F	32
raai G	33
raai H	34
raai J	35
raai K	36

	nr.
raai L	37 en 38
raai M	39
raai N	40 en 41
raai P	42
raai Q	43 en 44
raai RI	45 en 46
raai RII	47
raai a	48
raai b	49 en 50
raai c	51
raai d	52
raai e	53 en 54
Peil in de Roosendaalsche en Steenbergsche Vliet bij Benedensas	55
Gecorrigeerde stijghoogtes in peilbuizen van de putten:	
AD4 en BD3	56
JD4	57
KD4	58
aD1 en aD3	59
MD3, WMZ-38 en 49D-48	50
55 en 14	61
46 en 47	62
PD1, PD2 en QD1	63
G (Lievense)	64
G1, G2 en G3	65
G3, G4 en G5	66
Overzichtskaart bouwputten bij Spuikanaal	67
Overzicht onttrekkingen in bouwputten bij Spuikanaal	68
Overzicht registraties in diepe filters	69
Getijregistratie in peilputten CD1 en 74	
<u>Regressiediagrammen van freatisch grondwater:</u>	
Overzicht periodieke waarnemingsdata	71
peilbuis: AF7 - AF4	72
BF8 - BF4	73
CF8 - CF3 en DF5 - DF3	74
EF7 - EF3 en FF9 - FF2	75
GF7 - GF5	76
HF5 - HF2	77
JF7 - JF6	78
KF8 - KF 7	79
LF6 - LF2	80

		nr.
MF4 - MF3	MF4 - MF3	81
NF9 - NF6	NF9 - NF6	82
PF6 - PF3	PF6 - PF3	83
QF7 - QF4	QF7 - QF4	84
RIF6 - RIF3	RIF6 - RIF3	85
RIIF5 - RIIF2	RIIF5 - RIIF2	86
aF7 - aF3	aF7 - aF3	87
bF6 - bF3	bF6 - bF3	88
cF7 - cF3 en dF7 - dF3		89
eF6 - eF4	eF6 - eF4	90
Opbrengst-ontwateringsdieptecurven (C.O.L.N.)		91
Tabellarisch overzicht gemeten en meest gewenste grondwaterstanden		92a, b, c
Tabellarisch overzicht chloridegehalten grondwater		93a, b, c
Tabellarisch overzicht chloridegehalten oppervlaktewater		94a, b

## 1. INLEIDING

In mei 1983 verscheen de eerste interim rapportage in het kader van het grondwateronderzoek Zoommeer (I.C.W. nota 1411).

Deze studie, die in opdracht van de Deltadienst van Rijkswaterstaat wordt uitgevoerd, omvat het vastleggen van de nulfase van het grondwaterregime in het gebied rondom het toekomstige Zoommeer.

Met het Zoommeer wordt hier, in tegenstelling tot andere naamgevingen, bedoeld het gehele toekomstige randmeer langs de westkust van Noord-Brabant dat na de realisering van de compartimenteringsdammen Philips- en Oesterdam zal ontstaan. Daarnaast zijn in dit onderzoek opgenomen enkele werken die hier indirect verband mee houden t.w. het gebied rondom het Markiezaatsmeer dat reeds in 1983 door de aanleg van de Markiezaatskade, van de Oosterschelde is afgescheiden.

Verder wordt aandacht besteed aan de omgeving van het nieuw te graven Bathse Spuikanaal en de oeverlanden langs het benedenpand van de Roosendaalsche- en Steenbergsche Vliet, in het vervolg Vliet genoemd. Hier zal het peil verhoogd worden wanneer het Zoommeer eenmaal is gerealiseerd en nadat de nodige werken op de oevers zijn uitgevoerd. Het meetnet dat voor deze studie is ingericht en beschreven is in I.C.W.-nota 1305, wordt sinds 1981 2 x per maand opgemeten. Dit zal voorlopig nog zo tot en met 1984 voortduren. De opnamen worden verricht door de Rijkswaterstaat District Zuid-West van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging.

De watermonsters van het oppervlaktewater worden 1 x per maand verzameld, die van het grondwater in de diepe peilfilters 1 of 4 x per jaar.

In de eerstgenoemde deelrapportage werden de eerste meetresultaten rondom het Markiezaat van Bergen op Zoom over 1981 behandeld.

Deze nota omvat het hele studiegebied en behandelt de meetresultaten over 1981 en 1982. Een overzicht van het meetnet is op bijlage 1 in een noordelijk en zuidelijk deel weergegeven.

Voorafgegaan door een weergave van de neerslagverdeling en verdamping over beide jaren wordt in de nota een beeld geschetst van de gemeten grond- en slootwaterstanden. De gemeten grondwaterstanden zullen vervolgens worden beoordeeld aan de hand van opbrengst-ontwateringsdieptecurven. Daarna worden de gemeten  $Cl^-$ -concentraties van grond- en oppervlaktewater beschreven.

Om niet in herhalingen te vervallen met de voorgaande nota zal soms voor wat betreft de meetresultaten in en rondom het Markiezaatsmeer naar de eerder genoemde nota 1411 worden terugverwezen.

## 2. NEERSLAG EN VERDAMPING

Rondom het toekomstige Zoommeer komen 5 K.N.M.I.-regenstations voor waarvan de neerslagsommen voor dit onderzoek zijn gebruikt. Dit zijn de stations te Tholen, in de Anna Jacobapolder, te Rilland, Bergen op Zoom en Steenberg.

Na het onderlinge verband te hebben vastgesteld tussen de gemiddelde jaarlijkse neerslagsommen van de verschillende stations is volstaan met het weergeven van enkele overzichten van neerslag, verdamping en neerslagoverschot, geldend voor het regenstation Tholen (zie bijlagen 3a en b).

Uit tabel 1 valt n.l. af te leiden dat de gemiddelde jaarlijkse neerslagsom over de jaren 1951 tot en met 1980 van het regenstation Tholen het beste overeenkomt met het gemiddelde van al deze 5 stations tesamen en op grond hiervan het meest representatief voor het Zoommeergebied mag gelden. Een tweede reden is dat dit meetpunt redelijk centraal ligt in het onderzoeksgebied.

Onderzocht is hoe de neerslagoverschotten per decade van de overige stations zich verhouden tot die van Tholen. Hiervoor zijn over 1981 en 1982 de 72 decadesommen van elk station met dat van Tholen gerelateerd. Dit resulteerde in de volgende lineaire regressievergelijkingen met bijbehorende correlatiecoëfficiënten volgens  $Y = AX + B$ .

Tabel 1 neerslag jaarsommen (mm)

K.N.M.I.- regenstation	Tholen	Anna Jacoba- polder	Rilland	Bergen op Zoom	Steen- bergen	ge- middeld
Gemiddeld 1951-1980	760	750	752	743	790	759
1981	924	946	885	897	915	914
1982	667	768	755	656	684	706

kengetallen regressievergelijkingen

Gem. decadesom ( $N=0.7E_0$ ) in mm 1981 en 1982	$\bar{X}=8.41$	$\bar{Y}=9.95$	9.27	7.55	8.59
Regressiecoëfficiënt		$A=1.02$	0.91	0.91	0.92
Snijpunt Y-as (mm)		$B=1.37$	1.85	-0.09	0.84
Correlatiecoëfficiënt:		0.956	0.947	0.958	0.966



Ten opzichte van het gekozen referentiestation Tholen is in de jaren 1981 en 1982 in Bergen op Zoom minder en bij de overige 3 meetstations meer neerslag gemeten.

Met bovenstaande informatie kan een indruk worden verkregen omtrent de regionale verschillen voor wat betreft het neerslagpatroon rondom het gehele Zoommeer.

Hiermee moet rekening worden gehouden bij het eventueel interpreteren van de figuren in de bijlagen 3a en b.

In de figuren van bijlage 3a zijn de neerslag, verdamping en het neerslagoverschot van 1981 en 1982 vergeleken met het 30-jarig gemiddelde (1951 tot en met 1980).

De verdampingsgegevens zijn ontleend aan de maandsommen van de volgens pennman berekende verdamping van open water ( $E_o$ ) van het hoofdstation Vlissingen (district 11) en de door het K.N.M.I. opgegeven waarden voor district 12. Beide maandsommen zijn samen gemiddeld en met een gewasfactor 0.7 voor alle maanden van het jaar herleid tot een globale waarde voor de aktuele verdamping.

Beschouwen we het cumulatieve neerslagoverschot dan blijkt 1981 met 476 mm erg nat te zijn geweest ten opzichte van het 30-jarig gemiddelde van 266 mm. Daarentegen was 1982 een droog jaar met slechts 147 mm neerslagoverschot in Tholen.

In het staafdiagram op bijlage 3b is het neerslagoverschot per decade uitgezet. In verband met het ontbreken van decadegegevens zijn de maandgemiddelden van de jaren 1951 tot en met 1980 steeds gelijkmatig verdeeld over de 3 decaden.

Vooraf de maanden januari, maart, mei, oktober en december in 1981 en oktober 1982 zijn relatief erg nat geweest. Beduidend droger dan normaal zijn juli en augustus in 1981 en februari, april, juli, augustus en september in 1982 geweest.

### 3. DE COMPARTIMENTERINGSWERKEN

De bedoeling van dit onderzoek is er op gericht om aan de hand van de te verzamelen gegevens tot en met 1984 in het beschreven gebied, de nulfase van het grondwaterregime vast te leggen.

Op enkele plaatsen in het studiegebied zijn echter reeds vanaf 1981 werken in uitvoering, verband houdende met de compartimenteringswerken, die plaatselijk een tijdelijke of permanente verstoring in het grondwaterregime veroorzaken. Deze verstoringen bemoeilijken plaatselijk het inventariseren van de nulfase in grote mate.

Het betreft hier vooral de werken aan en bij het Bathse Spuikanaal en de aanleg van de Markiezaatskade.

In mindere mate geldt dit voor de aanpassingswerken langs de Vliet. In de omgeving van het Bathse Spuikanaal hebben zich vanaf februari 1981 regelmatig kunstmatige verlagingen in het diepe grondwater voorgedaan als gevolg van bronbemalingen voor diverse werken.

Zoals reeds is beschreven in I.C.W.-nota 1411 hebben een aantal diepe filters in de omgeving van het Markiezaat duidelijk gereageerd op bronneringen voor het plaatsen van 2 zinkers onder het te graven Spuikanaal. Daarnaast heeft vanaf februari 1981 tot en met oktober 1982 een bronbemaling plaatsgevonden ten behoeve van de bouw van de Rioolwaterzuiveringsinstallatie bij de brug Bath over de Schelde-Rijnverbinding. Vervolgens hebben er in de zomer van 1982 enkele voorname-lijk horizontale bemalingen plaatsgevonden aan de oostzijde van het Schelde-Rijnkanaal t.b.v. het leggen van leidingen tussen de zinkerbundels en de nieuwe RWZI. De bronnering voor de Bathse Spuisluis is gestart op 1-12-82 en die voor het plaatsen van een syfon onder het Spuikanaal op 15-11-82 en beëindigd medio juni 1983. Voor meer bijzonderheden hierover wordt verwezen naar de lokatieschets en het blokdiagram in de bijlagen 67 en 68.

De afsluiting van het Markiezaat van Bergen op Zoom had oorspronkelijk in 1982 moeten plaatsvinden. Door storm werd de bijna voltooide westelijke kade op 11 maart 1982 gedeeltelijk weggevaagd. Daarvoor had ruim 2 maanden een gereduceerd getij op het Markiezaatsmeer geheerst. Deze situatie staat beschreven in nota 1411.

Na de doorbraak heeft zich tot januari 1983 weer een nagenoeg volledig getij op het Markiezaat ingesteld. In april 1983 werd het gat opnieuw opgestort tot NAP +0.50 m en tot eind mei afgewerkt tot NAP + 2.50 m.

Achter deze sluitkade werd vervolgens het nieuwe damvak aangebracht. In de westelijke kade is verder een doorlaatmiddel aangebracht. Dit fungeerde vanaf oktober 1983 voor de lozing en enige verversing van het bekken. Het peil in het Markiezaatsmeer ligt sindsdien op ca N.A.P. 0.00 m.

In het najaar van 1984 zal vervolgens in het noordelijk deel van het Markiezaat tussen de Molenplaat en de Augustapolder een opsluiting plaatsvinden die t.z.t. voor de gemeente Bergen op Zoom een woon- en recreatiefunctie zal krijgen. Deze landtong wordt aangelegd met specie uit het te graven Bathse Spuikanaal. Deze spuitwerkzaamheden kunnen mogelijk tijdelijk de metingen in de Augustapolder beïnvloeden. In de noordelijke Markiezaatskade komt eveneens een lozingsmiddel door middel waarvan het ontstane randmeer, de Binnen Schelde zal moeten worden geloosd en ververst.

De aanpassingswerken langs de Vliet zijn in de zomer van 1981 begonnen met het aanbrengen van de bekadingen aan de noordelijke oever. Hierachter is op de meeste plaatsen een kwelsloot gegraven die te zijner tijd aansluiting vindt naar de polderbemalingen in het achterland. Na de realisering van het Zommeer zal het lozingspeil bij Benedensas stijgen van gemiddeld N.A.P. - 0.90 m nu, tot het toekomstige Zoommeerpeil.

De Oesterdam zal waarschijnlijk in november 1986 zijn gesloten, de Philipsdam in de zomer van 1987.

Daarna zal een streefpeil van het Zoommeer worden vastgesteld van omstreeks N.A.P. 0.00 m.

In de volgende beschouwingen is uitgegaan van een gemiddeld toekomstig Zoommeerpeil van N.A.P. Dit betekent dat over de gehele oppervlakte van schorren en slikken tot de gemiddelde laagwaterlijn een verlaging van de gemiddelde waterstand optreedt die groter is naarmate het maaiveld er hoger ligt. Voor een uitvoeriger toelichting hierover wordt verwezen naar paragraaf 5.1 van I.C.W.-nota 1269.

#### 4. DE SLOOT- EN GRONDWATERSTANDEN

##### 4.1 Algemeen.

Ten behoeve van de inventarisatie van de nulfase is het zinvol kennis te hebben van de mate waarin een aantal factoren hun invloed uitoefenen op de gemeten grondwaterstanden t.w.:

- De neerslagverdeling en verdamping.
- Het sloot- en polderpeil ter plaatse.
- De mogelijke kwel- en wegzijging

en een aantal tijdsafhankelijke factoren zoals het bodemprofiel, de maaiveldshoogte, de sloot- en drainafstanden en het grondgebruik. In hoofdstuk 2 zijn enkele overzichten gegeven van het neerslagoverschot in 1981 en 1982. De hieruit resulterende fluktuaties van het freatische grondwater zijn voor alle raaien van het meetnet weergegeven in een verzameling tijdstijghoogtediagrammen van grondwaterstanden. Daarbij is dikwijls een bijbehorend sloot- en/of polderpeil weergegeven dat meestal een ontwaterende en soms in het droge seizoen een infiltrerende werking heeft op de optredende grondwaterstanden. De kwel zal op vele plaatsen langs het Zoommeer na de compartimenteringswerken kunnen gaan verminderen. Langs de Vliet zal deze kunnen gaan toenemen. In de dwarsdoorsneden van de 21 meetraaien in het gebied (bijlagen 4 t/m 24) wordt door middel van de geschetste freatische waterstanden en stijghoogteniveaus van het diepere grondwater een indruk gegeven waar kwel- en/of wegzijging te verwachten is. Voor het vaststellen van mogelijke veranderingen in het grondwaterregime in de toekomst die een gevolg van de veranderde kwel of wegzijging zijn, kunnen regressiediagrammen worden gebruikt.

Hierin zijn grondwaterfluctuaties van binnen en buiten de vermoedelijke invloedssfeer van de buitendijkse gronden aan elkaar gerelateerd.

Voor alle gemeten grondwaterstanden in de polders is de relatie door middel van een regressiediagram gemaakt met een gekozen referentiemeetpunt buiten de vermoedelijke invloedssfeer. Per raai is hiervan één in de bijlagen opgenomen.

Indien de kwel of wegzijging vervolgens bij één van de beide meetpunten wijzigt, zal dit meestal een verschuiving in deze relatie teweegbrengen als aangenomen wordt dat de overige omstandigheden ongewijzigd zijn gebleven.

In zowel de genoemde dwarsprofielen als een aantal tijdreeksen zijn stijghoogten van het diepe grondwater opgenomen. De gemeten waterstanden in deze diepe filters zijn allen omgerekend naar een zoetwaterstijghoogte. Hiervoor is de dichtheid van elk onttrokken watermonster uit de peilbuis vastgesteld. Deze worden 1 of 4x per jaar verzameld. Zie hiervoor ook hoofdstuk 5. Deze gemeten waterstanden zijn aldus ten opzichte van de onderkant van het filter gecorrigeerd.

In de geschetste dwarsprofielen betekent dit dat bij ongelijke filterdieptes van twee of meer meetpunten in een raai een eigenlijke onnauwkeurigheid werd ingebracht bij het weergeven van een stijghoogteniveau dat op meerdere plaatsen van een verschillend referentieniveau uitgaat. Echter bij meestal geringe filterdiepteverschillen gepaard gaande met geringe dichtheidsverschillen binnen één dwarsprofiel is deze onnauwkeurigheid van ondergeschikt belang voor een praktische benadering. Bovendien weegt dit niet op tegen de onnauwkeurigheid die wordt veroorzaakt door de getij-invloed op de meeste diepe stijghoogten.

Voor zover mogelijk was zijn de gemeten waterstanden in de diepe filters die onder een overheersende getij-invloed staan enigszins herleid tot gemiddelde niveaus. De getij-afhankelijkheid van de verschillende diepe filters wordt behandeld in paragraaf 4.4.

In verband met te verwaarlozen invloed van de dichtheidsverschillen bij de gemeten grondwaterstanden in de landbouwbuizen zijn deze niet gecorrigeerd. Bij een waterkolom van bijvoorbeeld maximaal 2 meter in de peilbuis is de eventuele correctie van meestal < 1 cm niet erg relevant. Voor zover de gegevens voorhanden waren, zijn in ieder dwarsprofiel de gemiddelde waterstanden van de zomers 1981 en 1982 en de daartussen liggende winter apart getekend (bijlagen 4 t/m 24).

Voor het bepalen van de gemiddelde zomergrondwaterstand kan volgens de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (C.O.L.N.) de periode van 28 juni tot en met 14 september het beste worden aangehouden. Binnen dit tijdsbestek zijn in dit onderzoek 6 periodieke waarnemingen verricht.

Voor de gemiddelde wintergrondwaterstand is deze periode vastgesteld op 14 november tot en met 28 februari, oftewel 8 waarnemingen. Genoemde perioden zijn aan de hand van de gegevens van een reeks van jaren vastgesteld.

Op Flakkee en langs het Bathse Spuikanaal zijn de meeste meetpunten pas in de loop van 1981 geplaatst. Hier ontbreken derhalve de gegevens van de zomer van 1981. Anderzijds komen ook lokale hiaten voor als peilbuizen of sloten tijdelijk hebben droog gestaan, buizen zijn verdwenen of omvergereden. Indien hierdoor onvoldoende gegevens beschikbaar waren voor een betrouwbare weergave is soms door middel van inter- en extrapolatie een globaal freatisch niveau met een onderbroken lijn weergegeven. Een opmerkelijk verschil is in de meeste dwarsprofielen te zien tussen de zomerwaterstanden van 1981 en 1982. Uit de neerslagcijfers in hoofdstuk 2 was reeds gebleken dat 1981 een relatief nat en 1982 een relatief droog jaar was ten opzichte van een 30-jarig gemiddelde. In veel gevallen mag derhalve verwacht worden dat de gemiddelde zomergrondwaterstand over een langere reeks van jaren gemeten ook ergens tussen de beide niveaus van 1981 en 1982 zal liggen.

## 4.2 De dwarsprofielen.

### 4.2.1 Algemeen.

Zoals reeds eerder vermeld zijn de gemaakte doorsneden bedoeld om de eventuele invloed van de hoge buitenwaterstanden in schorren langs het Zoommeer en Markiezaat te kunnen onderkennen.

In de dwarsprofielen op de oevers langs de Vliet ligt vooral de nadruk op de afstroming vanuit de oevers naar het (nog) lage peil op de Vliet. Langs het Spuikanaal treden de nodige veranderingen in het grondwaterregime al vanaf 1981 op door verschillende onttrekkingen uit het diepe grondwater.

In principe is overal gekozen voor een rechte meetraai die ongeveer haaks op de kust- of oeverlijn of kanaaltracé staat, overeenkomend met de richting van de kwelstroom. In de praktijk moest hier wel eens van worden afgeweken tijdens het uitzetten van de meetpunten.

Indien dit niet tot grote fouten kon leiden zijn deze zijdelingse meetpunten wel volgens een rechte as in de doorsnede geschetst.

Waar dit soort projecties hebben plaatsgevonden is in de figuren kenbaar gemaakt.

De meetpunten in een willekeurig dwarsprofiel bestaan uit een reeks ondiepe landbouwbuizen waaruit een inzicht in het freatische niveau kan worden afgeleid.

Voorts bevinden zich in een raai meestal 2 à 4 peilputten met diepe filters die tot in de bovenlaag van het eerste watervoerende pakket reiken. Meestal staan deze filters op een diepte van 15 à 20 meter beneden NAP. Verder zijn in het dwarsprofiel slootpeilen weergegeven van de belangrijkste leidingen die het profiel doorkruisen.

#### 4.2.2 Langs het Zoommeer.

Daar waar buitendijkse gebieden van enige omvang voorkomen kan uit de betreffende verticale dwarsdoorsnede kwel vanuit het schor dikwijls worden onderkend uit een landinwaarts en enigszins aflopend freatisch niveau. Dit als gevolg van het ten opzichte van de schorwaterstand relatief lage polderpeil. Deze situatie is meestal het duidelijkst in de zomermaanden wanneer de kwel t.o.v. de neerslag een relatief groter aandeel heeft in de voeding van het grondwater.

Goede voorbeelden hiervan zijn de dwarsprofielen A (bijlage 4), C (6), D (7), E (8), RI (19) en L (14). Hierbij moet bedacht worden dat het peil in de kwelsloot soms hoger is dan elders in de polder.

Dit kan zowel veroorzaakt worden door de kwel, alswel bewust worden nagestreefd ter bescherming van de taluds of vanwege de hogere maaiveldsligging van de kavels tegen de zeedijk.

Dit laatste is bijvoorbeeld duidelijk het geval in raai B (bijlage 5), raai D (7) en raai RI (19).

In de wintermaanden daarentegen overheerste de neerslag en wordt het freatisch niveau gekenmerkt door opbollingen tussen de sloten die sterker zijn naarmate de afstroming moeizamer verloopt of de kwel groot is. Hier spelen factoren als slootafstanden, drainagetoestand en de doorlatendheid van het bodemprofiel een belangrijke rol.

In erg lichte bodemprofielen nabij de zeedijk wordt meestal een geringe opbolling waargenomen. Voorbeelden: raai D met bodemkaartenheid Sn 13A, raai C (Mn 12A) en N (kZn 40A). Een sterke opbolling werd bijvoorbeeld aangetroffen in de zwaardere profielen in raai J (Mn 25A) en RI (Mn 25A). In twee raaien G en K zijn de freatische waterstanden van de winter '81/82 en zomer 1982 gedeeltelijk niet opgenomen.

Op verzoek van de grondgebruikers zijn de landbouwbuizen GF 1 t/m 3 na herhaaldelijk defekt of zoek te zijn geweest in april 1982 opgeruimd. In de Auvergnepolder zijn de peilbuizen KF 1 t/m 4 in september 1981 om dezelfde reden al opgeruimd. In beide gevallen kon helaas geen

goede vervangende plaats voor de peilbuizen worden gevonden.

Aanvankelijk waren de dwarsprofielen RI en RII langs het Volkerak als referentie-meetraaien bedoeld. Verwacht werd dat zich hier geen duidelijke veranderingen in het grondwaterregime zullen voordoen vanwege het ontbreken van buitendijkse gebieden van enige omvang die in de toekomst kunnen droogvallen. In de dwarsdoorsnede van raai RI met de freatische niveau's wordt min of meer het tegendeel aangetoond. Het buitendijkse gebied is weliswaar niet erg uitgebreid, maar de kwel vanuit het schor is in de polder direkt achter de zeedijk toch mede bepalend voor het hoge freatische niveau aldaar. Zoals reeds eerder vermeld moet het opgestuwde peil in de kwelsloot (meetpunt RIW1) hierbij in aanmerking worden genomen.

Het dwarsprofiel van meetraai RII in de Karolinapolder in Brabant laat zien dat deze peilbuizen wel als referentiemeetpunten kunnen fungeren door het ontbreken van de buitendijkse gronden die een extra kwelstroom naar de polder kunnen geven.

In de meeste raaien wordt een duidelijk niveauverschil waargenomen tussen het diepe grondwater en het freatische niveau.

De kwel kan worden onderscheiden in een gedeelte dat wordt veroorzaakt door het potentiaalverschil tussen buitenwater en polderpeil en een gedeelte dat tot stand komt uit het potentiaalverschil tussen schorwaterstand en polderpeil waarbij ook de breedte van het schor van invloed is. Omdat het huidige gemiddelde buitenpeil overeenkomt met het toekomstige peil in het Zoommeer zullen op die plaatsen waar schorren en slikken ontbreken geen duidelijke veranderingen in de kwel en polderwaterstand te verwachten zijn.

Een geheel ander beeld van grondwaterstroming vertoont de doorsnede van raai M in bijlage 15. Vanuit het hoge Brabantse achterland verlopen zowel het freatische als het diepe niveau naar beneden in de richting van het Markiezaatsmeer. In de voorgaande nota (I.C.W. 1411) werd reeds opgemerkt dat vrijwel over de gehele lengte van deze raai wegzijging naar het Markiezaat optreedt.

Ook ten aanzien van de gemeten waterstanden in de Augustapolder (raai L) en ten zuiden van het Markiezaat (raai N) zijn weinig nieuwe aspecten te melden. In de huidige weergave zijn in plaats van de hoogste en laagst gemeten waterstand de gemiddelde zomer- en winterstanden weergegeven.



In raai N blijken de diepe stijghoogten beïnvloed te zijn geweest door de bronbemalingen bij het Spuikanaal. In de vorige nota (par. 4.3) werden de onttrekkingen bij de zinkerbundels reeds genoemd.

#### 4.2.3 Langs het Bathse Spuikanaal.

De meetpunten die in verband met de aanleg van dit lozingsmiddel van het Zoommeer in de Bathpolder e.o. zijn geplaatst, zijn verdeeld over twee meetraaien: P en Q.

Op bijlage 17 en 18 zijn de doorsneden hiervan weergegeven.

De diepere peilbuizen waarvan de stijghoogten zijn weergegeven staan ondieper opgesteld (ca 7 à 10 m -NAP) dan in de overige raaien langs het Zoommeer, maar nog wel in de bovenlaag van het pleistocene zandpakket.

Erg duidelijk is in doorsnede P en in iets mindere mate in Q het effect van de bronbemalingen in de omgeving van het spuikanaal in het niveau van het diepe grondwater te zien.

De verschillende onttrekkingen die in 1981 en 1982 hebben plaatsgevonden zijn in een diagram met lokatieschets (bijlagen 67 en 68) weergegeven. Deze gegevens zijn ontleend aan de Provinciale Waterstaat van Zeeland. In de tijdreeksen (par. 4.3) zijn de effecten ervan duidelijk zichtbaar. Van het freatisch niveau is alleen in raai Q een duidelijk effect merkbaar. In de winter werd een sterke daling naar het nieuwe kanaaltracé toe gemeten en in de zomer stonden zelfs de peilbuizen QF 1 t/m 4 droog.

Het vaststellen van een duidelijke nulfase zal in deze omgeving problemen kunnen gaan geven, als er weinig tijd overblijft waarin de situatie ongestoord kan worden opgemeten.

#### 4.2.4 Langs de Vliet.

Op de oeverlanden langs de Vliet zijn, verdeeld over de lengte van het benedenpand, 5 raaien van meetpunten geplaatst, t.w. vier op de zuidelijke oever (dwarsprofielen a, c, d en e) en één op de noordelijke oever (dwarsprofiel b). Zie de bijlagen 20 t/m 24.

Alleen in raai a zijn naast een reeks landbouwbuizen 3 peilputten geplaatst met elk één diep filter.

In 1981/82 zijn de bekadingswerkzaamheden aan de noordelijke oever uitgevoerd. De afwatering van deze oeverlanden geschiedt sindsdien

nog via de natuurlijke weg op de Vliet zelf.

In de nieuwe kwelsloot achter de bekading is ter plaatse van raai b een nieuw slootpeilmmeetpunt geplaatst.

Op de zuidelijke oever was in 1982 nog geen werk uitgevoerd.

In het overzicht van waterlopen op kaartbijlage 2 is reeds het nieuwe ontwateringsstelsel ingetekend.

De oeverlanden hebben over het algemeen een hoge maaiveldsligging en daarmee tevens een relatief hoge grondwaterstand t.o.v. de aanliggende polders. Vooral in het natte seizoen treedt daarom zowel afstroming op naar de Vliet als naar de aanliggende polders. In de zomer daarentegen overheerst de afstroming naar de lagere polders en vindt soms enige infiltratie plaats vanuit de Vliet.

#### 4.3 Tijdstijghoogtediagrammen.

In de bijgaande tijdstijghoogtediagrammen (bijlagen 25 t/m 69) worden de fluktuaties van een deel van de ruim 200 meetpunten in het meetnet weergegeven. Van elke raai zijn enkele freatische grondwaterstanden met alle gemeten slootpeilen in één of meer figuren geschetst. De meeste fluktuaties van de grondwaterstanden verlopen redelijk parallel als gevolg van afwisselend natte en droge perioden.

Evenwel zijn er duidelijke verschillen in de grootte en snelheid van dalingen en stijgingen van het freatisch niveau te zien.

Veel hangt er af van het bergend vermogen van het profiel, d.w.z. de vochtkarakteristiek(en) van de bodem(lagen) in combinatie met de grondwaterstand beneden maaiveld.

Indien bepaalde grondwaterstanden worden vergeleken met het bijbehorende slootpeil - zie hiervoor ook de overzichtskaart - kan een indruk worden verkregen omtrent afstroming naar, of infiltratie vanuit deze leidingen. In de Sabina-Henricapolder is in de droge zomer van 1982 duidelijk het polderpeil (meetpunten DW1, 2 en 3) vanaf mei enige maanden hoger opgezet voor infiltratiedoeleinden (bijlage 29).

In de meeste tijdstijghoogtediagrammen zijn naast sloot- en grondwaterstanden in de polders ook één of meer buitendijkse schorwaterstanden getekend. De fluktuaties die hier werden gemeten, kunnen in veel gevallen voor een belangrijk deel worden toegeweten aan de getijdgolven van het buitenwater en in een veel geringere mate aan seizoensinvloeden. Derhalve zijn de kortstondige fluktuaties genivelleerd tot globale

seizoenniveau's. Deze getij-invloed is geringer naarmate het schor hoger ligt en dus minder frequent onderloopt.

In die gevallen wordt dan ook een - zij het meestal betrekkelijk gering - verschil gemeten tussen een zomer- en wintergrondwaterstand. Twee voorbeelden van een dergelijke reeks gemeten waterstanden samen met een gemiddeld seizoensniveau zijn de meetpunten AS 1 en ES 1 in de bijlagen 25 en 30.

Van de andere schorwaterstanden is slechts het gemiddelde seizoensverloop getekend. In de meeste gevallen geldt daarbij dat het gemeten gemiddelde waarschijnlijk nog iets lager ligt dan de werkelijke gemiddelde stand omdat bij hoog water niet altijd gepeild kon worden. De grondwaterstanden langs de Vliet werden behalve door de lokale slootpeilen ook sterk beïnvloed door het peil van de Vliet zelf. Meestal was dit lager dan het slootpeil op de oeverlanden.

Het peil in de Vliet fluktueert heel sterk, vooral in de wintermaanden bij hoge afvoeren. Bijlage 55 vertoont hiervan het verloop. Bij Bovensas is het niveau gemiddeld ca 10 cm hoger.

Op de oeverlanden zelf worden soms erg grote fluktuaties gemeten daar waar het maaiveld relatief hoog ligt. Voorbeelden hiervan zijn bF4, cF6 en 7 en eF5.

Uit een aantal tijdstijghoogtediagrammen van waterstanden, gemeten in diepe peilbuizen die verdeeld staan over het gebied is een indruk verkregen van mogelijke verticale kwel of wegzijging tussen het freatische en een dieper niveau.

Een vergelijking tussen beide niveau's kan voor wat betreft het potentiaalverschil en eventuele demping van fluktuaties indicaties geven omtrent kwelintensiteit en/of bodemweerstand tussen beide niveau's.

Indien beide waterstandsverlopen nauw samenhangen duidt dit meestal op een tamelijk geringe verticale bodemweerstand tussen beide filterniveau's en daardoor is er meer kans op verticale kwelstroming ter plaatse. Voorbeelden hiervan zijn de beide filters I en II in peilput KD 4 en aD1 (bijlagen 58 en 59).

Deze informatie wordt belangrijk zodra de kwelstroom via deze diepere lagen gaat afnemen na de realisering van het Zoommeer.

Zijn de fluktuaties van beide niveau's daarentegen vrijwel onafhankelijk van elkaar dan duidt dit wellicht op hogere verticale weerstanden en minder kans op effecten in het freatisch niveau in de toekomst.

Voorbeelden hiervan zijn de peilputten AD4, BD3, 55 en 14 in raai N en aD3 bij de Vliet (bijlagen respectievelijk 56, 61 en 59).

Zoals reeds werd vermeld stonden in de omgeving van het Bathse Spuikanaal tal van peilbuizen vooral de diepere filters onder invloed van de verschillende onttrekkingen die hier hebben plaatsgevonden. Op al de betreffende tijdstijghoogtediagrammen van de diepe filters zijn de perioden en plaatsen van de bouwputten met bemalingen vermeld. Over het algemeen reageren de filters het dichtst bij de bron het duidelijkst op de onttrekkingen. In de voorgaande nota (I.C.W. 1411) werd reeds het effect van de in 1981 plaatsgevonden onttrekkingen t.b.v. het leggen van de zinkerbundels aangetoond in de diepe filters van raai N.

Veel duidelijker nog was dit effect te constateren in het verloop van de stijghoogte in de diepe filters van PD 1, PD2 en QDL alsook van 46 en 47 (bijlagen 63 en 62).

Zoals het overzicht op bijlage 68 illustreert werden meerdere onttrekkingen, meestal twee en soms drie, tegelijkertijd uitgevoerd waardoor de invloed van elke bron afzonderlijk nauwelijks is vast te stellen. Die van de bouwputten van de rioolwaterzuiveringsinstallatie en van het aansluitpunt van de leidingen met de zuidelijker zinkerbundel zijn het minst duidelijk in de waterstanden te herkennen. De horizontale bronneringen voor de aanleg van een aan- en afvoering voor de rioolwaterzuiveringsinstallatie hebben waarschijnlijk verlagingen veroorzaakt in de filters 55 II, 47 II en dichterbij in G5 II (bijlage 66).

Van de eerste twee konden geringe verlagingen door automatische registraties worden aangetoond.

Eind november 1982 werden de bouwputten voor de syfon bij de Bathse Brug en nog enkele dagen later die voor de spuisluis voor het eerst bemalen. Vooral de waterstanden in de peilbuizen langs de Bathse Weg G2 t/m G5 zijn hierdoor sterk verlaagd (bijlagen 65 en 66).

In het freatisch niveau zijn over het algemeen veel minder sterke reacties opgetreden als gevolg van de onttrekkingen.

In de tijdstijghoogtediagrammen van de ondiepe peilbuizen 46 I en 47 I en G I zijn de verlagingen duidelijk niet parallel met de onttrekkingen, maar meer met de normale seizoensinvloeden (bijlagen 62 en 64).

Een juist beeld omtrent het voorkomen van kwel of wegzijging in een natuurlijke situatie op deze plaatsen is door de vele verstoringen

niet goed te op te maken.

Van enkele filters in de Brabantse Wal zijn de waterstandsverlopen weergegeven in bijlage 60. Deze drie verschillende niveau's illustreren de afstroming die vanuit het hoge achterland plaatsvindt.

#### 4.4 De getij-afhankelijkheid van de grondwaterstanden

Op veel plaatsen rondom het Zoommeer en Markiezaat wordt en werd vooral het diepe grondwater beïnvloed door getijdebewegingen.

In het freatische niveau is dit meestal veel geringer of in het geheel niet merkbaar, met uitzondering van de schorren. Vlak voor de eerste afsluiting van het Markiezaat in november 1981 en later nog in maart 1982 werden gedurende enkele dagen hiernaar metingen verricht in de raaien L, M en N. In het vorige verslag (I.C.W.-nota 1411) is hierover gerapporteerd.

De getij-afhankelijkheid in het diepere grondwater is door middel van registratie-apparatuur op de meeste peilputten voor langere of kortere duur vastgelegd.

In de meeste peilbuizen zijn een of twee maal in 1981 en 1982 gedurende enkele dagen tot een week de getijbewegingen gevolgd. Daarnaast heeft een vrijwel continue registratie plaatsgevonden op 6 verschillende peilputten waarin de getijfluctuaties niet erg overheersend waren.

Hiermee konden de klimatologische invloeden min of meer worden gevolgd.

Een overzicht van al deze registraties is weergegeven op bijlage 69.

In deze tabel wordt verder een indicatie gegeven over de getijfluctuatie in elke peilbuis door middel van de kleinste en grootste gemeten amplitude. Deze zijn meestal evenredig met de grootte van de getijdegolven in het open buitenwater. Er is hierbij onderscheid gemaakt tussen fluctuaties die ongeveer wel en duidelijk geen sinusoïde beschrijven.

Zoals verwacht werd, komt hiermee het verschil tot uiting van wel en geen invloed van een buitendijks voorkomend schor of slik. Een voorbeeld van beide gevallen is in bijlage 70 weergegeven. In het diepe filter II van put CD1 op NAP -16 m, wordt de ebstand afgevlakt door de relatief hoge waterstand in het schor. In het vergelijkbare filter op NAP -13 m van put 74 wordt daarentegen wel een sinusvormig verloop gemeten.

Hier ontbreekt een buitendijks gebied van zodanige omvang dat dit verloop zou kunnen verstoren. Landinwaarts wordt deze golfbeweging gedempt door bodemweerstand.

Echter ook de afvlakking van de ebstanden zoals in raai C komt verder in de polder geleidelijk minder duidelijk voor. Op voldoende afstand blijft dan tenslotte een, zij het gedempt, duidelijk sinusvormig verloop over (peilput CD3). In het overzicht op bijlage 69 komt dit behalve in raai C ook nog duidelijk voor in raai J.

De invloed van het schor vlak voor de zeedijk manifesteert zich het duidelijkst in de kwel vlak achter de zeedijk en volgt meestal relatief korte en minder diepe stroombanen.

De kwelstroming vanuit het buitenwater volgt daarentegen langere en diepere stroomlijnen en dringt aldus verder de polder in.

Indien de fluktuatie in een peilbuis in de polder reeds tot enkele centimeters (<3 cm) is gereduceerd kan het onderscheid tussen wel en geen sinusoïde en daarmee de invloed van het schor niet meer duidelijk worden vastgesteld.

In een aantal overige gevallen treden complicaties op, doordat waarschijnlijk getijdegolven vanuit andere richtingen de sinusoïde in het dwarsprofiel beïnvloeden.

Waarschijnlijk is dit het geval bij de peilputten 66 in raai A, verder GD3, KD3, KD4 en ED4. Ook zal de heterogeniteit van de ondergrond een regelmatige voortplanting en demping van getijdegolven op veel plaatsen verstoren.

#### 4.5 De regressiediagrammen.

In par. 4.1 werd reeds op de betekenis van de onderlinge samenhang van de grondwaterstanden en fluktuaties uit verschillende peilbuizen gewezen.

Indien deze relaties eenmaal duidelijk vastliggen kunnen in de toekomst veranderingen in de grondwaterstand die ter plekke optreden gemakkelijk worden aangetoond.

Van belang is te weten waar de grondwaterstanden mogelijk wel en waar niet kunnen veranderen. In een voorstudie (I.C.W.-nota 1269) werd op grond van een aantal aannames o.a. de maximale invloedssfeer berekend, waar zich nog veranderingen in het grondwaterregime zouden kunnen voordoen. Op grond hiervan zijn de meetraaien met peilbuizen uitgezet waarvan de meeste peilbuizen binnen deze invloedssfeer en een of enkele daarbuiten. Deze laatste fungeren nu als referentiemeetpunten.

In de praktijk betekent dit echter dat een raai met meetpunten soms meerdere polders bestrijkt met mogelijk andere maaiveldshoogten, slotpeilen en bodemprofielen.

Meetpunten die in eenzelfde kavel of polder staan hebben in het algemeen een identiek verloop van de grondwaterstand en dus een hoge correlatie. Indien regressiediagrammen tussen meetpunten, die op onderling grotere afstanden en/of in verschillende polders staan, worden gemaakt, blijken de relaties meestal minder duidelijk te zijn.

In dit onderzoek zijn de gemeten waterstanden van de landbouwbuizen uit één raai gerelateerd aan één referentiemeetpunt in die raai, meestal het verst verwijderde van het Zoommeer, c.q. Vliet of Spuikanaal. Dit referentiemeetpunt is in de regressiediagrammen op de Y-as uitgezet. Uit elke raai is een dergelijk diagram in de bijlagen opgenomen (nrs 72 t/m 90).

De waarnemingsdata gedurende 1981 en 1982 zijn in de strooiediagrammen herkenbaar aan de nummers 1 t/m 24 bij de afzonderlijke regressiepunten van 1981 (x) en 1982 (.).

In de tabel op bijlage 71 staan de corresponderende data vermeld.

#### 4.6 De beoordeling van de gemeten grondwaterstanden.

Voor een landbouwkundige beoordeling van alle gemeten freatische zomergrondwaterstanden is gebruik gemaakt van de opbrengst-ontwateringsdieptecurven ontleend aan het rapport "De Landbouwwaterhuishouding in Nederland" van de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding in Nederland (C.O.L.N.) - T.N.O. (1958).

In I.C.W.-nota 1411 is deze beoordeling gemaakt door middel van het computerprogramma SWACRO. Zeer recentelijk is gebleken dat de resultaten van dit programma tamelijk goed overeenkomen met de genoemde opbrengst-ontwateringsdieptecurven van het C.O.L.N.-onderzoek met uitzondering van de toepassing op boomgaarden.

Voor een snelle en eenvoudige beoordeling is derhalve voor deze laatste methode gekozen.

Deze curven zijn oorspronkelijk van toepassing geweest op de profieltypen van de voor die studie vervaardigde NeBo-kaartering (stadium D) van 1954. Deze profieltypen werden in de regionale studie van Zeeland opgedeeld in 5 vochtclassen voor gebruik als bouwland in profielgroepen 1 t/m 5 en even zoveel voor gebruik als grasland (profielgroepen 2 t/m 6).

Voor het gebruik van deze curven voor de voorkomende profielen in het studiegebied van het Zoommeer kan worden volstaan met de eerste 4 vochtclassen. De bijbehorende profieltypen zijn nu vervangen door de overeenkomstige bodemkaartenheden van de nieuwe Bodemkaart van Nederland (1 : 50.000) van de Stiboka. Voor het gebruik als bouwland zijn de onderscheiden kaartenheden ondergebracht in de eerste 3 profielgroepen en voor grasland in de groepen 2, 3 en 4 (zie bijlage 91). De betreffende figuren geven de relatieve opbrengstverlaging van zowel te lage als te hoge grondwaterstanden weer tijdens het groeiseizoen. Dit laatste komt echter in het onderzoeksgebied niet voor.

De gemiddelde gemeten zomergrondwaterstanden kunnen nu beoordeeld worden door een vergelijking met de meest gewenste ontwateringsdiepte. Als criterium hiervoor is gekozen een ontwateringsdiepte met minder dan 10% opbrengstvermindering.

Voor de natte winterperiode wordt meestal als ontwateringseis gesteld een minimale grondwaterdiepte van 50 cm beneden maaiveld voor bouwland, 30 cm voor grasland en 70 cm voor boomgaarden.

Voor een minimale gemiddelde ontwateringsdiepte zal dit in veel gevallen ongeveer 20 cm dieper zijn; aldus ca 70 cm voor bouwland, 50 cm voor grasland en 90 cm voor boomgaarden.

In de tabellen in de bijlagen 92a, b en c staan de gemeten waterstanden naast de maximaal (zomer) en minimaal (winter) vereiste ontwateringsdiepten.

Van de waterstanden op Flakkee en langs het Spuikanaal zijn slechts de zomerwaterstanden van 1982 met de gestelde criteria vergeleken.

Dit was echter een relatief droog jaar en geeft derhalve een iets vertekend beeld ten opzichte van de overige waterstanden die over beide zomers 1981 en 1982 zijn gemiddeld, voor zover voldoende betrouwbare gegevens beschikbaar waren.

Uit het overzicht blijkt dat met name de droogtegevoelige vlakvaaggronden en de lichtere poldervaaggronden met name die van profielverloop 2 een gemiddeld te lage zomerwaterstand hadden met een opbrengstvermindering van meer dan 10% (bodemkaartenheden kZn40a, Sn13A en Mn12A, Mn22A en soms Mn15A).

Deze droogtegevoelige percelen voor bouwland komen voornamelijk voor in de Aymon-Louisepolder (raai C), de Sabina-Henricapolder (raai D), in de Prins Hendrikpolder (raai G), de Hogerwaardpolder (raai N) en in de Bathpolder (raai P).



Bij graslandgebruik werd een opbrengstderving van 10% nog eerder bereikt. Bijvoorbeeld in de Kleine Anna Wilhelminapolder (raai B) op Flakkee en langs de Vliet in raai c.

In de winterperiode 1981-1982 werd vooral een te hoge gemiddelde waterstand gemeten in peilbuizen in de polder het Oudeland (raai A), in de Krammerpolder (raai B), de Prins Hendrikpolder (raai G) in de Auvergnepolder (raai K), de Augustapolder (raai L) en op de lage oeverlanden langs de Vliet (raai a en c).

## 5. HET CHLORIDEGEHALTE VAN HET GRONDWATER

De voor dit onderzoek in 1980 en 1981 nieuw geplaatste peilputten met elk een diep filter werden vanaf 1982 4 x per jaar bemonsterd om een globale indicatie te krijgen over het verloop van de zoutconcentraties in natte en droge seizoenen.

Van de oudere peilputten met meestal 4 à 6 peilbuizen met filters op verschillende diepten werd het merendeel ongeveer vanaf 1976 1 x per jaar bemonsterd. Het verzamelen en analyseren van deze watermonsters evenals van die van de poldersloten werd door Rijkswaterstaat, district Zuid-West van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging verricht. De resultaten staan vermeld in 3 tabellen in bijlagen 93a, b en c. De variatie van de  $\text{Cl}^-$ -concentraties in de loop van de seizoenen blijkt voor het diepe grondwater meestal zeer gering tot nihil te zijn met enkele uitzonderingen zoals de diepe filters in de peilputten AD1 en CD1.

Verder blijkt uit de gegevens dat dikwijls het eerste onttrokken watermonster van de nieuwe peilputten na het plaatsen en doorpompen een afwijkend chloridegehalte te zien geeft ten opzichte van de daaropvolgende periodieke monsternames. Dit was o.a. het geval bij de peilputten DD2, DD3, RIID2, aD2, EDO,1 en 2 en JD1.

Hierbij mag veelal verondersteld worden dat de natuurlijke situatie door het pulsen en spoelen van het boorgat verstoord is geraakt en daarna nog niet voldoende is ingespeeld ondanks het doorpompen van de peilbuis.

Gelet op de geografie van het gebied en de verzamelde  $\text{Cl}^-$ -concentraties kan gesteld worden dat de omgeving van het Zoommeer zich in een overgangsgebied bevindt van brak en zout marien grondwater en een voornamelijk in oost-westrichting bewegende zoetwaterstroom die zijn oorsprong vindt in het Brabantse dekzandgebied. Dit dekzandpakket waarin zich voornamelijk het zoete water ophoopt staat bekend als de formatie van Twente. Uitlopers van dit dekzandpakket bevinden zich direkt onder de holocene afzettingen van West Noord-Brabant en de oostelijke delen van Goeree-Overflakkee, Tholen en Zuid-Beveland. Vanuit de hoger gelegen delen in Brabant komt dit zoete water via het watervoerende zandpakket onder het Volkerak en de Eendracht door in de ondergrond van deze gebieden.

Dit uit zich in opvallend lage chlorideconcentraties van  $< 1 \text{ g Cl}^-/1$  in peilbuizen in raai A en RI op Flakkee en raai J op Tholen op dieptes van 10 tot 20 m beneden N.A.P.

Ten zuiden van het Markiezaat wordt in diverse peilbuizen en op verschillende dieptes eveneens redelijk zoet ( $< 1 \text{ g Cl}^-/1$ ) water aangetroffen dat zijn oorsprong vindt in Brabant.

Voorbeelden hiervan zijn van oost naar west 49D-49, 54, GD-5, 55, 53 en 51. Ten westen van de Schelde-Rijnverbinding komen in het diepe grondwater dergelijke concentraties niet meer voor. Zie ook I.C.W.-nota 1411, paragraaf 5.1.

## 6. HET CHLORIDEGEHALTE VAN HET OPPERVLAKTEWATER.

Op de overzichtskaart (bijlage 2) staan de belangrijkste polder-slotten en leidingen binnen het onderzoeksgebied vermeld.

Op een 70-tal lokaties werden vanaf september 1981 omstreeks de 28e van elke maand watermonsters verzameld en geanalyseerd op de concentratie van  $\text{Cl}^-$ . De resultaten staan in 2 tabellen in bijlagen 94a en b vermeld. In december 1981 werd het verzamelen onmogelijk gemaakt door sneeuw en ijs. In de zomermaanden werden veel sloten droog aangetroffen. Op Flakkee is het meeste polderwater grenzend aan het toekomstige Zoommeer nogal brak. De concentraties  $\text{Cl}^-$  lopen in de zomermaanden op veel plaatsen op tot 5 à 8 g  $\text{Cl}^-$ /l. In het natte seizoen wordt alleen enigszins zoet water aangetroffen in de kreek Groote Gat (meetpunt 67). In West-Brabant ten noorden van de Vliet komen doorgaans in de kwel-slotten langs het Volkerak iets lagere  $\text{Cl}^-$ -concentraties voor dan op Flakkee.

In de meeste polders langs het zoute getijdewater wordt de waterkwaliteit voor een belangrijk deel beheerst door de zoute kwel. Meer landinwaarts is de concentratie  $\text{Cl}^-$  meestal duidelijk lager. Voorbeelden hiervan zijn de  $\text{Cl}^-$ -concentraties van meetpunt 7 t.o.v. 6 11 t.o.v. 12 en 37 t.o.v. 38. Behalve sterke verdunning van het zoute water door veel neerslag in het natte seizoen heeft in Brabant ook doorspoeling van de leidingen met zoet water plaatsgevonden.

Dit valt op bij de watermonsterpunten 12 en 53. In de Sabina-Henricapolder wordt dit geïllustreerd door een verhoging van het polderpeil bij de slootpeilmeetpunten DW 1, 2 en 3. In de Heensche Polder en nog meer westelijk op St. Philipsland was dit niet het geval en liepen de  $\text{Cl}^-$ -concentraties in de kwel-slotten in de zomer erg hoog op van 6 tot 12 g/l.

Langs de Vliet is ook een duidelijke zoet-zout gradiënt waar te nemen die van oost naar west loopt. Het water van het benedenpand van de Vliet zelf wordt heel sterk beheerst door de sterk variërende afvoerintensiteit. Bij Benedensas zijn de afgelopen jaren meestal concentraties gemeten tussen 0.2 en 8.0 g  $\text{Cl}^-$ /l. In de droge zomer van 1973 zelfs tot 11.0 g/l. Bij Bovensas was dit respectievelijk 0.04 tot 1.1 g  $\text{Cl}^-$ /l en in 1973 liefst 7 g  $\text{Cl}^-$ /l.

De meetpunten aan de oostkant van Tholen langs de Schelde-Rijnverbinding zijn nagenoeg allen brak tot zout. Een gunstige uitzondering is wederom

net als in het grondwater de Polder Oud-Vossemeer (meetpunt 46) met concentraties beneden  $0.5 \text{ g Cl}^-/\text{l}$ .

Rondom het Markiezaatsmeer wordt het polderwater, afgezien van de plaatselijke neerslag, voornamelijk beheerst door de aanvoer van zoet water vanuit Brabant waardoor in de Augustapolder (meetpunten 55 en 56), de Blaffert (58) en de polders ten zuiden van de spoorlijn Vlissingen-Bergen op Zoom (61 en 62) lage  $\text{Cl}^-$ -concentraties voorkomen. In de kwel sloten in de Hogerwaardpolder (meetpunten 60 en 70) komt veel zoute kwel voor. In veel mindere mate is dit het geval in de Caterspolder (59) en achter de nieuwe zeedijk voor de Augustapolder (57).

Ten westen van de Schelde-Rijnverbinding heeft geen aanvoer van zoet water meer plaatsgevonden vanuit Brabant. Het slotwater is hier gemiddeld iets brakker dan aan de oostzijde van het kanaal.

## 7. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In het kader naar het onderzoek naar de mogelijke veranderingen van het grondwater rondom het toekomstige Zoommeer c.a. wordt hier het tweede interimverslag gepresenteerd.

Alle gegevens welke in 1981 en 1982 in het betreffende gebied periodiek zijn verzameld zijn hiervoor op verschillende manieren verwerkt en van commentaar voorzien.

Het betreft gegevens van freatische en diepe grondwaterstanden, slootpeilen en watermonsters uit de poldersloten en uit peilbuizen op verschillende dieptes.

Daarnaast zijn van dit gebied geldende neerslagcijfers van een 5-tal K.N.M.I.-regenstations en de verdampingscijfers verzameld.

Uit de hiervan gemaakte overzichten blijkt 1981 een relatief nat jaar te zijn geweest met een berekend neerslagoverschot van 476 mm in Tholen tegenover 266 mm gemiddeld. In 1982, een veel droger jaar, was dit slechts 147 mm.

De verschillende verzamelde grond- en slootwaterstanden zijn in dit verslag weergegeven in dwarsprofielen, tijdstijghoogtediagrammen en regressiediagrammen.

In de dwarsprofielen van de meetraaien langs het Zoommeer wordt door middel van de grondwaterstand en dikwijls de diepe gecorrigeerde stijghoogten meestal een inzicht gekregen omtrent de grondwaterstroming die vanuit het schor en/of open getijdewater zich in die richting van de polder beweegt. De effecten zijn in een aantal dwarsprofielen het duidelijkst vlak achter de hoogwaterkering in de vorm van een oplopende grondwaterstand naar de zeedijk toe en een voortdurend hoog peil in de kwelsloot.

In tegenstelling tot de aanvankelijke verwachting blijkt uit de freatische waterstanden van raai RI dat hier waarschijnlijk ook een niet te verwaarlozen invloed van het voorliggende smalle buitendijkse gebied uitgaat die in kwel in de polder resulteert. Als zodanig kunnen de meetpunten in deze raai geen referentiefunctie meer vervullen.

Het freatische grondwater wordt in de dwarsdoorsnede in drie niveaus gepresenteerd: de gemiddelde waterstand in de zomer van 1981, de winter van 1981/1982 en de zomer van 1982. In de zomermaanden is de beschreven kwelsituatie het duidelijkst zichtbaar. In de wintermaanden wordt dit overheerst door een opbolling van de grondwaterspiegel door de hoge neerslagintensiteit.

Tussen de zomer van 1981 en 1982 doet zich in veel gevallen een opmerkelijk niveauverschil voor. Volgens de gegevens van neerslag en verdamping over 1981 en 1982 mag geconcludeerd worden dat de waterstanden van een gemiddeld jaar zich ergens tussen deze beide niveaus zullen bevinden. Hiermee wordt de gevraagde nulfase op veel plaatsen al enigszins benaderd.

De twee meetraaien langs het Bathse Spuikanaal worden vooral gekenmerkt door duidelijke verlagingen vooral in het diepe grondwaterniveau als gevolg van diverse bronneringen in de omgeving.

In de 5 dwarsprofielen van de meetpunten langs de Roosendaalsche en Steenbergse Vliet wordt vooral die invloed van het peil in de Vliet op de meestal hoge grondwaterstanden op de oevers geïllustreerd.

In de zomermaanden treedt soms enige natuurlijke infiltratie vanuit de Vliet op.

De in de bijlagen opgenomen tijdstijghoogtediagrammen geven waterstandsverlopen van de gemeten slootpeilen en enkele grondwaterstanden per raai gegroepeerd in een of twee figuren. De waterstanden staan allen afgebeeld t.o.v. N.A.P. en met een vermelding van de maaiveldshoogten voor de beoordeling van de freatische waterstanden. Daarnaast kunnen deze grondwaterstanden worden vergeleken met het ontwateringsniveau waardoor perioden van afstroming en infiltratie te herkennen zijn.

De buitendijkse schorwaterstanden in deze zelfde figuren geven een indruk omtrent het freatische niveauverschil binnen- en buitendijks en daarmee een indicatie omtrent de mogelijke kwelintensiteit ter plaatse. Deze schorwaterstanden hebben afhankelijk van de hoogteligging meestal een geringe seizoensfluctuatie als gevolg van periodieke overstromingen door de betijbewegingen van het buitenwater.

Door vergelijking van waterstandsverlopen en stijghoogteverschillen tussen verschillende bodemdieptes kunnen soms indicaties worden verkregen omtrent verticale grondwaterstromingen en/of verticale bodemweerstanden. In de poldergebieden treedt meestal kwel op, in de Brabantse Wal wegzijging en afstroming in westelijke richting.

In de omgeving van het Bathse Spuikanaal hebben tal van diepere peilbuizen in meer of mindere mate onder invloed gestaan van de verschillende bronneringen van bouwputten in of rondom het Spuikanaal. Vooral de onttrekkingen in 1981 voor de beide zinkerbundels en die voor de bouwput van de syfon nabij de Bathse brug eind 1982, hebben over het algemeen de sterkste verlagingen veroorzaakt.

Gedurende vrijwel geheel 1981 en 1982 zijn de oorspronkelijke natuurlijke waterstanden in dit gebied verstoord geweest. Waarschijnlijk zal een betrouwbare nulfase in dit gebied tot en met 1984 nauwelijks vast te stellen zijn.

De waterstanden in peilbuizen buiten de vermoedelijke invloedssfeer zijn met behulp van regressiediagrammen gerelateerd aan meetpunten binnen deze zone. Veranderingen in de grondwaterstand zullen daardoor te constateren zijn aan een verschuiving van de regressielijn of een verandering van de hellingstangens in het diagram.

Een aantal van deze regressiediagrammen is in deze nota opgenomen. Globaal is nagegaan in hoeverre de huidige ontwateringstoestand afwijkt van de meest gewenste ontwateringsdiepte.

Hiervoor zijn de gemeten zomergrondwaterstanden vergeleken met de meest gewenste ontwateringsdiepte volgens de opbrengstontwateringsdieptecurven van het C.O.L.N.-onderzoek (1958). Deze zijn zowel voor bouwland- als graslandgebruik toepasbaar. De wintergrondwaterstanden zijn vergeleken met de hiervoor algemeen geldende criteria, t.w. een gemiddelde grondwaterdiepte voor grasland (50 cm), bouwland (70 cm) en boomgaard (90 cm). Hieruit bleek dat droogtegevoelige percelen met meer dan 10 % opbrengstvermindering als gevolg van een te diepe grondwaterstand in 1981 en 1982, vooral voorkwamen bij de meetraaien in de Aymon Louisepolder en de Kleine Anna Wilhelminapolder op Flakkee, in de Sabina Henricapolder in West-Brabant, de Prins Hendrikpolder op St. Philipsland, de Auvergnepolder en de Augustapolder in West-Brabant en op de lage oeverlanden langs de Vliet.

Met behulp van registreerapparatuur is in de meeste peilputten van het meetnet in één of meer diepe filters de getijbeweging gedurende enkele dagen in het bovenste watervoerende pakket gemeten.

In het algemeen bleek de getijfluctuatie omgekeerd evenredig te zijn met de afstand tot het buitenwater. Er werden opmerkelijke verschillen geconstateerd waar wel en geen buitendijkse gebieden invloed uitoefenden op het volkomen of onvolkomen sinusvormige verloop van de getijbeweging in het diepe grondwater.

De hoge waterstanden in de schorren en slikken vlakken de laagwaterstand in het verloop af en resulteren in een hoger gemiddeld niveau.

Deze verstoring van de sinusvormige getijdegolven komt landinwaarts geleidelijk minder voor. Tenslotte blijft een gedempte sinusoïde getijbeweging over.



In raai C en J kon op deze wijze een globale begrenzing van de invloedssfeer in het watervoerende pakket tussen twee diepe filters worden vastgesteld. Bij zeer geringe fluktuaties in het diepe grondwater kon dit onderscheid niet meer worden vastgesteld. Overigens werden verschillende onregelmatigheden geconstateerd die mogelijk te wijten zijn aan heterogeniteit van de ondergrond en/of getijdgolven die vanuit diverse richtingen zich onder de polders voortplanten. De in 1980 en 1981 nieuw geplaatste peilputten met elk een diepe peilbuis zijn vanaf 1982 4 x per jaar bemonsterd. De overige oudere peilputten met meestal meer diepe peilbuizen zijn 1 x per jaar bemonsterd. Hieruit is de dichtheid van het water bepaald, nodig voor het omrekenen naar een zoetwaterstijghoogte en is de concentratie  $Cl^-$  gemeten door District Zuid-West van Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging.

Over het algemeen bleek de chlorideconcentratie van het diepe grondwater in zomer en winter niet veel te verschillen. Verspreid over het gehele gebied bleken wel grote verschillen voor te komen.

Dit kan worden verklaard met de overgang van het mariene zoute milieu in de Zeeuwse delta naar het zoete grondwater van het pleistocene zandgebied van Brabant. Dit zoete grondwater stroomt in westelijke richting via het watervoerende pakket naar de ondergrond in de meest oostelijke delen van Flakkee, Tholen en Zuid-Beveland. Het werd hier aangetroffen in de diepe peilbuizen in de omgeving van Ooltgensplaat (raai A) en in de Polder Oud Vossemeer (raai J) op diepten tussen 10 en 20 m beneden NAP.

Op Zuid-Beveland werd ten oosten van de Schelde-Rijnverbinding in diverse peilbuizen zoetwater aangetroffen op verschillende dieptes.

Op een 70-tal lokaties werden 1x per maand eveneens watermonsters uit de poldersloten verzameld voor het bepalen van de  $Cl^-$ -concentraties. In de meeste kwel sloten langs het toekomstige Zoommeer en Markiezaatsmeer werd in de zomermaanden brak tot zout water aangetroffen.

Meer landinwaarts was de  $Cl^-$ -concentratie meestal veel geringer.

In Noordwest-Brabant was het polderwater over het algemeen minder brak dan bijvoorbeeld op Flakkee als gevolg van doorspoeling en minder zoute kwel. In de Sabina-Henricapolder werd duidelijk de invloed van doorspoeling met zoetwater in de zomer van 1982 geconstateerd.

Langs de Vliet was een duidelijke zoet-zoutgradiënt te constateren

van oost naar west. In de Vliet zelf veranderde de  $\text{Cl}^-$ -concentratie zeer sterk met de afvoerintensiteit.

Uit het Brabantse zandgebied wordt zoet water via de Molenbeek in de Augustapolder aangevoerd. De polders ten zuiden van de spoorlijn Vlissingen - Bergen op Zoom en ten oosten van de Schelde-Rijnverbinding worden eveneens met zoet water uit Brabant doorgespoeld.

Ten noorden van de spoorlijn wordt in de zomer vooral in de kwel sloten plaatselijk erg brak tot zout water aangetroffen.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR.

- Kramer, A.H.F. Onderzoek veranderingen in het grondwaterregime rondom het toekomstige Zoommeer c.a.  
De inrichting van het meetnet. I.C.W.-nota 1305, september 1981.
- Kramer, A.H.F. Onderzoek veranderingen in het grondwaterregime rondom het toekomstige Zoommeer c.a.  
Verslag gegevensverwerking 1981 (Markiezaatsmeer)  
I.C.W.-nota 1411, mei 1983.
- Leven, ir. J.A. van 't, B. van der Weerd en J.J. Lindenbergh  
De Landbouwwaterhuishouding in de provincie Zeeland.  
Rapport no. 10 van de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (C.O.L.N.) - T.N.O.-1958.
- Stiboka Bodemkaart van Nederland (1:50.000), kaartbladen  
43 Oost en West en 49 West (in voorbereiding).
- Visser, ir. W.C. De Landbouwwaterhuishouding van Nederland, rapport no. 7  
van de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding  
Nederland (C.O.L.N.) - T.N.O.-1958.
- Weerd, B. van der en A.H.F. Kramer  
Voorstudie Zoommeer.  
Een berekening van mogelijk optredende landbouwschade  
rondom het Zoommeer en langs de Roosendaalsche en  
Steenbergsche Vliet.  
I.C.W.-nota 1269, januari 1980.