

nota 1660

december 1985

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

ONDERZOEK VERANDERINGEN IN HET GRONDWATERREGIME
RONDOM HET TOEKOMSTIGE ZOOMMEER c.a.

gegevensverwerking 1984
tevens eindverslag vaststelling nulsituatie

Deel I: tekst

ing. A.H.F. Kramer.

INHOUDSOPGAVE

	pagina
1. INLEIDING	1
2. NEERSLAG EN VERDAMPING	3
3. VERANDERINGEN IN DE RANDVOORWAARDEN	4
4. DE SLOOT- EN GRONDWATERSTANDEN	5
4.1 Algemeen	5
4.2 De tijdstijghoogtediagrammen	5
4.3 De dwarsprofielen	7
4.4 De correlatiediagrammen	8
4.5 De beoordeling van de gemeten grondwaterstanden	12
5. HET CHLORIDEGEHALTE VAN HET GRONDWATER	13
6. HET CHLORIDEGEHALTE VAN HET OPPERVLAKTEWATER	14
7. VASTSTELLING VAN DE NULSITUATIE EN DE GRONDWATERSTANDSVERANDERINGEN LANGS HET MARKIEZAAT	15
7.1 De nulsituatie	15
7.2 De grondwaterstandsveranderingen langs het Markiezaat	16
8. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	17
GERAADPLEEGDE LITERATUUR	22
LIJST VAN BIJLAGEN, FIGUREN EN TABELLEN	

1. INLEIDING.

In 1982 werd door de Deltadienst van Rijkswaterstaat aan het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding de opdracht (overeenkomst DCD 2049) verstrekt tot een grondwateronderzoek in de gebieden rondom het toekomstige Zoommeer c.a.

Deze opdracht omvatte het vastleggen van de uitgangssituatie van het grondwaterregime in deze gebieden. Tevens is in deze rapportage ingegaan op de veranderingen in het grondwaterregime in en rond het Markiezaat van Bergen op Zoom.

Met het Zoommeer wordt in deze studie in tegenstelling tot andere naamgevingen het gehele toekomstige randmeer langs de westkust van Noord-Brabant bedoeld, dat na de realisering van de Philips- en Oesterdam in 1987 zal ontstaan.

Andere onderdelen van deze compartimenteringswerken aan de Oosterschelde zijn o.a. de bekèdingen van het Markiezaat van Bergen op Zoom, dat hierdoor in 1983 van de Oosterschelde werd afgescheiden en de aanleg van het Bathse Spuikanaal geweest.

Door het instellen van een vast peil op het Zoommeer van ongeveer NAF² wordt een peilverhoging van ca 70 cm op het benedenpand van de Roosendaalsche- en Steenbergische Vliet verwacht. Hiervoor worden inmiddels de nodige aanpassingswerken op de oevers uitgevoerd.

Alle hiervoor genoemde ingrepen kunnen in de directe omgeving ervan leiden tot grondwaterstandsveranderingen die schade kunnen veroorzaken met name in de landbouw.

Voor het verzamelen van alle benodigde waterstandsgegevens is tussen september 1980 en oktober 1981 een meetnet ingericht bestaan uit peilbuizen, slootpeilmeetpunten en watermonsterpunten.

Dit meetnet staat beschreven in I.C.W.-nota 1305 en is weergegeven op de kaartbijlagen 1 en 2 van deze nota.

Sinds 1981 worden alle waterstanden tweemaal per maand door Rijkswaterstaat, District Zuid-West van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging verzameld. De watermonsters van het oppervlaktewater werden eenmaal per maand verzameld, die van het grondwater in de diepe peilbuizen in de meeste gevallen een of viermaal per jaar. Voorlopig worden deze opnamen en bemonsteringen nog tot en met 1986 voortgezet. De directievoering bij het onderzoek berust eveneens bij bovengenoemde dienst van Rijkswaterstaat.

Inmiddels zijn over de tot en met 1983 verzamelde gegevens 3 interim-nota's uitgebracht. In mei 1983 verscheen het eerste verslag over de meetresultaten van 1981 langs het Markiezaat (I.C.W.-nota 1411).

Daarna werden de gegevens van 1981 en 1982 van het gehele meetnet verwerkt en beschreven in I.C.W.-nota 1508 (april 1984).

Eind 1984 verscheen de 3e interimrapportage over de meetgegevens van 1983 (I.C.W.-nota 1585).

In dit vierde en tevens laatste verslag worden de meetresultaten van 1984 gepresenteerd. Daarnaast wordt de gevraagde nulsituatie van de grondwaterstanden beschreven, gebaseerd op de metingen van 1981 tot en met 1984. Bovendien wordt aandacht besteed aan de eventuele veranderingen, die langs het inmiddels omkade Markiezaat zijn opgetreden.

Achtereenvolgens worden behandeld: de gegevens over neerslag en verdamping van het gebied (hfdst.2), de uitgevoerde werken en ingrepen die de metingen in het gebied kunnen hebben beïnvloed (hfdst. 3), de gemeten sloot- en grondwaterstanden (hfdst.4), de gemeten chlorideconcentraties van het grond- en oppervlaktewater (hfdst. 5 en 6) en de genoemde nulsituatie en veranderingen (hfdst. 7).
In het laatste hoofdstuk (8) worden zowel de belangrijkste meetresultaten en conclusies uit de drie voorgaande verslagen als die van deze nota samengevat.

2. NEERSLAG EN VERDAMPING.

Sinds de start van dit onderzoek in 1981 zijn de neerslaggegevens ontleend aan 5 K.N.M.I.-regenstations in de omgeving van het Zoommeer, t.w. die in Tholen, in de Anna Jacoba Polder, in Rilland, in Bergen op Zoom en in Steenberg. De verdamping is berekend uit het gemiddelde van de door het K.N.M.I. verstrekte cijfers van de verdamping van open water (E_o) van Vlissingen (district 11) en Oudenbosch (district 12), vermenigvuldigd met een gemiddelde gewasfactor van 0.7. De neerslagsommen van 1981 t/m 1984 van deze stations en de verdampingcijfers voor dit gebied staan tesamen met het 30-jarig gemiddelde vermeld in tabel 1. De neerslagsommen van 1984 blijken ruim boven het 30-jarig gemiddelde te liggen en gemiddeld ook hoger te zijn dan die van de drie voorafgaande jaren.

De verdamping was in '84 met 460 mm minder dan het 30-jarig gemiddelde (494 mm). Het totale neerslagoverschot was hierdoor aanmerkelijk hoger dan het 30-jarig gemiddelde. In figuur 3a is het cumulatieve verloop van de verdamping weergegeven. In figuur 3b is het cumulatieve verloop van zowel neerslag als neerslagoverschot van het regenstation Tholen weergegeven.

In de twee voorafgaande jaarverslagen werd reeds geconstateerd dat dit station redelijk representatief geacht mag worden voor de gemiddelde neerslaghoeveelheden en -verdeling van het gehele Zoommeergebied.

In figuur 3c is de verdeling van de neerslagoverschotten en -tekorten per dekade van ditzelfde station weergegeven, tesamen met het verloop van het 30-jarig gemiddelde. Hieruit blijkt dat vooral in de maanden januari, mei en september meer neerslag is gevallen dan het langjarig gemiddelde. Relatief droge perioden kwamen vooral voor in de maanden april, augustus en in mindere mate in november en december.

3. DE VERANDERINGEN VAN DE RANDVOORWAARDEN.

In 1984 zijn op enkele plaatsen in het Zoommeergebied werken uitgevoerd, die mogelijk invloed hebben uitgeoefend op de gemeten waterstanden in de direkte omgeving.

In het Bathse Spuikanaal is in maart 1984 gestart met het baggerwerk. De waterstand in het hierdoor ontstane kanaalpand bedroeg volgens opgave van Rijkswaterstaat gemiddeld ca NAP met een maximale fluctuatie van 25 cm. Dit niveau is zodanig, dat op basis van de eerder in dit gebied gemeten grondwaterstanden geen verandering in het grondwaterregime kan worden verwacht.

De opgezogen specie is o.a. aangewend voor het nieuwe uitbreidingsplan van Bergen op Zoom in het Markiezaat. Door dit opgespoten terrein is het Markiezaat in mei '84 in twee meren opgesplitst met ieder een afzonderlijk beheersbaar peil. Op het Markiezaatsmeer ten zuiden van dit opgespoten terrein is een peil gemeten dat fluctueerde tussen NAP -0.10 m en NAP + 0.40 m. Zie figuur 60. Ten noorden van dit terrein fluctueerde het peil op de ontstane Binnen Schelde tussen NAP en NAP +0.50 m.

De bouwput voor de Bathse Spuisluis aan de oever van de Westerschelde werd van 30 november 1982 tot en met 13 mei 1984 bemalen. De totale onttrekking schommelde gedurende die tijd rond de 400 m³/u. Zie figuur 89.

Nabij de Kreekraksluizen is op 18 augustus '84 een volgende bronbemaling opgestart voor de bouwput van een te bouwen gemaal. Dit gemaal zal t.z.t. het brakke schutwater uit de Kreekraksluizen naar het zuidelijke kanaalpand retourneren. Na een periode van geleidelijk oplopen van het debiet bedroeg dit vanaf half oktober ongeveer 430 m³/u. Langs het benedenpand van de Vliet is in 1984 voortgang gemaakt met het aanbrengen van bekadings- en kwel sloten op een gedeelte van de zuidelijke oever. Dit gedeelte, van Bovensas tot aan de Steenbergse Haven, is in westelijke richting uitgevoerd. Het peil in het benedenpand van de Vliet bij Benedensas was over de 8 waarnemingsdata in de winterperiode gemiddeld NAP -0.70m en over de 6 waarnemingen in de zomerperiode gemiddeld NAP -0.62.

De getijdebeweging op het toekomstige Zoommeer is in 1984 ondanks de vergevorderde werkzaamheden aan Philips- en Oesterdam, nagenoeg ongewijzigd gebleven.

4. DE SLOOT- EN GRONDWATERSTANDEN.

4.1 Algemeen.

In dit jaarverslag zijn de gemeten waterstanden wederom op 3 verschillende manieren gepresenteerd, t.w.:

- In een serie tijdstijghoogtediagrammen van de in het meetnet voorkomende peilbuizen en slootpeilmeetpunten (figuren 25 t/m 106) *).
- In een serie dwarsprofielen van de meetraaien waaruit het meetnet is opgebouwd (bijlagen 4 t/m 24) *). In deze dwarsprofielen zijn de gemiddelde winter- en zomerwaterstanden weergegeven.
- In een serie correlatiediagrammen van alle gemeten freatische waterstanden in de landbouwbuizen (figuren 108 t/m 232) *).

De in de dwarsprofielen en tijdstijghoogtediagrammen gepresenteerde stijghoogten van het diepe grondwater zijn op dichtheid gecorrigeerde stijghoogten. Met behulp van de bekende dichtheden van het voorkomende grondwater werden de gemeten stijghoogten omgerekend naar een zoetwaterstijghoogte met als referentieniveau de onderkant van het betreffende filter.

De dichtheden van het bemonsterde grondwater zijn door het District Zuid-West van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging bepaald tesamen met de chlorideconcentraties. De meeste peilputten zijn hiervoor in 1984 eenmaal bemonsterd.

4.2 Tijdstijghoogtediagrammen.

Alle tussen 1 november 1983 en 31 december 1984 verzamelde veertien-daagse waterstanden van het gehele meetnet zijn weergegeven in een serie tijdstijghoogtediagrammen. Hiermee wordt over deze periode een overzicht gegeven van de gemeten fluctuaties in zowel de diepe stijghoogtes als in de freatische grondwaterstanden en in de voorkomende slootpeilen.

Betreffende het voorkomen van hiaten in deze meetreeksen kan gesteld worden dat dit meestal een gevolg is geweest van het tijdelijk verdwenen zijn of niet goed functioneren (verstopping) van een peilbuis. In 1984 werden geen droogstaande peilbuizen aangetroffen. Wel stonden enkele sloten droog, zoals bij de meetpunten DW2, FW2, JW1 het geval was (figuren 41, 48 en 55).

De gemeten schorwaterstand van peilbuis FS1 (figuur 26) is na juni '84 gemiddeld lager geweest dan de eerder gemeten waterstanden vanaf 1981. Het waterstandsverschil bedraagt gemiddeld ca 70 cm. Een mogelijke verklaring hiervoor is de diepere stand van het filter na de herplaatsing van de buis op 21 juni.

Dit zelfde verschijnsel is bij buis BS1 (figuur 25) geconstateerd. De waterstand, was na het herplaatsen van de buis met een 60 cm diepere filterstelling in januari 1984 ca 25 cm lager dan voorheen.

De overige schorwaterstanden langs het Zoommeer zijn nagenoeg gelijk gebleven aan de voorafgaande jaren. Rond het omkade Markiezaatsmeer zijn in 1984 doorgaans hogere schorwaterstanden gemeten dan in 1983 na de sluiting van de Markiezaatskade, maar lagere dan de waterstanden uit de nulsituatie.

*) De hier gehanteerde nummers van de bijlagen en figuren corresponderen met die uit het voorgaande jaarverslag over 1983 (I.C.W.-nota 1585).

Door een vergelijking van het gemiddelde van de na 1 juni 1983 gemeten schorwaterstanden met de gemiddelde waterstanden uit de jaren 1981 en 1982, kunnen de verlagingen in het Markiezaat opnieuw worden benaderd. Bij peilbuis LS1 wordt dan een verlaging van ca 25 cm voor zowel een winter- als een zomersituatie vastgesteld. Voor peilbuis LS2 is dit ca 80 cm in de zomer en 10 cm in de winterperiode. Bij de peilbuizen NS1 en NS2 zijn deze verlagingen ongeveer 85 cm resp. 40 cm en 70 resp. 15 cm.

De aldus gevonden verlagingen hebben een voorlopige waarde, omdat niet van een representatieve nul situatie is uitgegaan en evenmin nog representatieve waterstanden van de nieuwe situatie bekend zijn.

In figuur 107 is een overzicht gegeven van de uitgevoerde automatische registraties van de diepe stijghoogten in een aantal peilbuizen. Meestal is hier het waterstandsverloop van het tweede filter, dat in de bovenste lagen van het eerste watervoerende pakket steekt, geregistreerd. De geregistreeerde waterstanden in de peilputten FD4, JD3 en CD3 staan in figuur 50 samen afgebeeld. Die van peilput 55 in figuur 73 en van peilput 47 in figuur 80 samen met de resultaten van van de handwaarnemingen. In de diepe peilbuizen van CD3, ED2, FD4 en JD3 werden nog gelijdefluctuaties gemeten overeenkomend met hetgeen in voorgaande jaren werd gemeten. Zie hiervoor o.a. I.C.W.-nota 1508, bijlage 69. In figuur 50 zijn deze echter genivelleerd tot gemiddelde dagwaterstanden.

Het gemiddelde verloop van de freatische waterstanden kan ongeveer als volgt worden omschreven. Door het natte voorjaar van 1984 (met uitzondering van de maand april), begonnen de grondwaterstanden eerst begin juni geleidelijk te dalen naar een lager zomerniveau.

De zomergrondwaterstanden bereikten niet het niveau van de twee voorgaande drogere zomers van '82 en '83. De laagste waterstanden werden in de meeste gevallen eind augustus gemeten. Door een erg natte septembermaand bereikten de meeste waterstanden bij de eerste meting van die maand al ongeveer een winterniveau.

In gronden met een groter bergend vermogen stegen de waterstanden langzamer en werd een winterniveau enkele weken later bereikt.

De bronneringen van enkele bouwputten in het zuidelijk deel van het studiegebied hebben uiteraard geleid tot een verlaging van vooral de diepe grondwaterstanden in de omgeving.

Op 13 mei werd de bemaling voor de bouwput van de Bathse Spuistuis stopgezet. Daarna werd in een aantal peilputten in de omgeving een plotselinge stijging van het diepe grondwater waargenomen.

In de diepe peilbuizen van G2 tot en met G5 werden verhogingen van ca 40 cm (G2) tot ca 90 cm (G4) waargenomen. In peilputten op grotere afstanden tot de bouwput werden geringere verhogingen gemeten.

In de diverse peilbuizen van de peilputten 41 en 45 werd 25 tot 35 cm verhoging gemeten, afhankelijk van de filterdiepten in het watervoerende pakket. In peilput 46 werd gemiddeld 20 cm en in put 14 ca 15 cm verhoging gemeten. Zie de figuren 84, respectievelijk 85, 83 en 74. In de overige peilputten konden eventuele verhogingen niet duidelijk worden onderscheiden van de normale natuurlijke fluctuaties.

De geconstateerde verhogingen weerleggen de eerder gestelde voorlopige conclusie uit I.C.W.-nota 1585 als zou deze bronbemaling nog geen merkbare invloed hebben gehad op de gemeten waterstanden.

De bemaling van deze bouwput is eind november 1983 opgestart en op

dat moment werden op nog twee andere plaatsen langs het Spuikanaal bouwputten bemalen, waardoor de invloed op het grondwaterpeil van deze drie gelijktijdige bronneringen niet afzonderlijk kon worden vastgesteld. In de periode van februari 1981 tot en met november 1982 werden bovendien eveneens bemalingen in deze omgeving uitgevoerd met wisselende invloeden op de gemeten waterstanden.

Dit betekent samengevat dat met name de diepe grondwaterstanden in dit gebied voor het eerst in juni 1984 konden worden gemeten zonder de invloed van grondwateronttrekkingen in de omgeving.

Na het opstarten van de bronnering op 20 augustus ten behoeve van een te bouwenemaal bij de Kreekraksluizen werden in de betreffende omgeving opnieuw verlagingen van de diepe grondwaterstijghoogten gemeten. Deze bouwput bevindt zich ca 150 m ten noorden van peilput 51 in de Hogerwaardpolder. In deze peilput werden de grootste verlagingen gemeten, tot ca 5 m. Zie figuur 76. In de overige peilputten in de Hogerwaardpolder werden kleinere verlagingen gemeten, in peilput 52 tot 2 m (figuur 75) en in de peilputten 53 en GDS tot ca 1 m (figuren 71 en 73).

In put 54 werd een stijghoogteverlaging tot ca 40 cm waargenomen, maar in het freatische niveau werd eveneens een verlaging geconstateerd van ca 30 cm. Zie figuur 72. Dit betekent dat de verticale stromingsweerstand van het holocene pakket, dat de scheiding vormt tussen het freatische en het diepe grondwater, hier betrekkelijk gering is.

Buiten de Hogerwaardpolder werden verder verlagingen van de diepe stijghoogten gemeten in de peilputten 55, 14, PD1, PD2, G-LV5, 47, 46, QD1, 41, 45, G4 en G5. Zie respectievelijk figuur 73, 74, 78, 80, 83, 84, 85 en 87.

4.3 De dwarsprofielen

In een serie dwarsprofielen van de meetraaien langs het Zoommeer, het Markiezaatsmeer, de Vliet en het Spuikanaal zijn de gemeten grond- en slootwaterstanden van een winter- en een zomerperiode geschetst (bijlagen 4 t/m 24). De wintergrondwaterstanden zijn een gemiddelde waarde van de acht waarnemingen van november 1983 tot en met februari 1984; de zomergrondwaterstanden van 1984 zijn een gemiddelde waarde van de zes waarnemingen vanaf eind juni tot en met half september. Naast de freatische waterstanden zijn de tot een zoetwaterstijghoogte omgerekende waterstanden van het eerste watervoerende pakket weergegeven. De peilbuizen waarin deze waterstanden zijn gemeten, reiken tot in de bovenste lagen van dit pakket, op een diepte van meestal tussen de NAP-10m en NAP-20m.

De waterstanden over 1981 tot en met 1983 werden op identieke wijze weergegeven in de betreffende bijlagen van de I.C.W.-nota's 1508 en 1585, waardoor deze verschillende jaren onderling kunnen worden vergeleken.

De gecorrigeerde stijghoogten van het diepe grondwater blijken in de meeste meetraaien ongeveer overeen te komen met die uit de jaren '81 tot en met '83, afgezien van de verschillen die een gevolg zijn van de overheersende invloed van het getij.

Echter op plaatsen rond het Markiezaat en langs het Bathse Spuikanaal worden in het diepe grondwater stijghoogten gemeten, die duidelijk afwijken van die van de drie voorafgaande jaren.

Aan de oostzijde van het Markiezaat in de raaien L en M, zijn over het

algemeen lagere stijghoogten gemeten dan in de jaren van de nulsituatie. Het verschil bedroeg in de diepe peilbuizen van LD1, MD1 en MD2 ca 20 cm en in de meetpunten 49D-38 en MD3 ca 10 cm. Ten zuiden van het Markiezaat, in raai N en langs het Bathse Spuikanaal in de raaien P en Q zijn met name in de winterperiode hogere waterstanden gemeten (bijlagen 16, 17 en 18). In deze periode werd alleen nog grondwater onttrokken t.b.v. de bouwput van de Bathse Spuisluis. In de twee hieraan voorafgaande winterperiodes hebben op meerdere plaatsen langs het Spuikanaal onttrekkingen plaatsgevonden.

Van de freatische grondwaterstanden kan gesteld worden dat deze in de winter '83/'84 op de meeste plaatsen in het studiegebied ongeveer gelijk of iets lager geweest zijn dan de wintergrondwaterstanden van '82/'83. In de raaien M en N rond het Markiezaat zijn de freatische wintergrondwaterstanden echter beduidend lager geweest dan in de vergelijkbare winterperiodes van '81/'82 en '82/'83.

De gemiddelde zomergrondwaterstanden van '84 daarentegen zijn op vrijwel alle plaatsen duidelijk hoger geweest dan in de drogere zomers van '82, '83 en weinig hoger dan in de zomer van 1981.

Op de drooggevalle oevers en schorren van het Markiezaat zijn in de betreffende peilbuizen eveneens lagere winter- en hogere zomergrondwaterstanden gemeten dan in de voorgaande winter ('82/'83)- en zomerperiode (1983).

In hoofdstuk 7 zal verder worden ingegaan op de verschillen van de winter- en zomergrondwaterstanden tussen de gemeten jaren.

4.4 De correlatiediagrammen.

Vanaf 1 januari 1981 zijn alle 14-daagse waarnemingen in de landbouwbuizen gecorreleerd met een vooraf gekozen referentiebuiz uit dezelfde meetraai. Alle waterstanden werden in m. t.o.v. NAP tegen elkaar uitgezet. In de beide voorgaande jaarverslagen (I.C.W.-nota's 1508 en 1585) staan de correlatiediagrammen van de waarnemingen van respectievelijk 1981/1982 en 1983 afgebeeld.

In het verslag over '81/'82 betreft dit 1 diagram per raai; in het verslag over 1983 zijn alle diagrammen weergegeven.

In de correlatiediagrammen van dit eindverslag (figuren 108 t/m 232) zijn de waterstanden van 1984 van dezelfde landbouwbuizen weer tegen elkaar uitgezet met op de verticale as steeds de referentiebuiz. In de diagrammen van de voorgaande jaren zijn de regressielijnen, zowel rechten als krommen, visueel vastgesteld en overgebracht naar de diagrammen van 1984.

De regressielijn van 1981 en 1982 tesamen is derhalve gebaseerd op een puntenzwerm van maximaal 48 waarnemingen, die van 1983 op een puntenzwerm van maximaal 24 waarnemingen.

Voor de meetraaien L, M en N rond het Markiezaatsmeer heeft de regressielijn van '81/'82 betrekking op de zogenaamde nulsituatie, een periode waarin nog een volledig getij op het Markiezaat heerste. Deze periode liep tot eind februari 1983, m.u.v. de maanden december 1981 tot en met februari 1982, waarin het Markiezaat voor de eerste maal afgescheiden is geweest van de getijdebeweging op de Oosterschelde. De betreffende regressielijn vertegenwoordigd hier dus maximaal 46 waarnemingen.

De regressielijn van 1983 betreft een periode uit de nieuw ontstane situatie, waarin door de omkading van het Markiezaat een nagenoeg

vast peil op dit meer is ontstaan. Deze periode wordt gerekend vanaf 1 juni 1983. De regressielijn van 1983 is hier dus gebaseerd op maximaal 14 waarnemingen. Het aantal waarnemingspunten van 1984 bedraagt in iedere figuur maximaal 24.

De figuren geven een compact beeld van alle waarnemingen tussen 1 januari 1981 en 31 december 1984 per landbouwbuis en een globaal beeld van de tussentijds opgetreden veranderingen van het grondwaterregime t.o.v. een referentiebus of omgekeerd.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat voor het interpreteren van deze correlatiediagrammen geen statistische berekeningen zijn uitgevoerd, waarmee de nauwkeurigheid van de bepaalde regressies en de significantie van veranderingen daarin duidelijker en beter zouden kunnen worden aangetoond. In het onderstaande zullen daarom alleen de duidelijk visueel waarneembare veranderingen worden belicht.

Tevens zal worden aangegeven welke beperkingen t.a.v. de betrouwbaarheid van de conclusies de gevolgde methode met zich meebrengt.

In de correlatiediagrammen wordt uit de spreiding van de waarnemingspunten van 1984 ook een indruk verkregen van de nauwkeurigheid van de weergegeven regressielijnen uit de voorafgaande perioden. Deze spreiding is in de meeste figuren voor de afzonderlijk beschouwde perioden ongeveer gelijk, maar de nauwkeurigheid van de regressielijn wordt mede bepaald door het aantal waarnemingen dat reeds genoemd is. Dit geldt ook voor gedeelten uit de regressielijn. Daar waar de grootste concentratie van de waarnemingspunten ligt, zal de lijn het nauwkeurigst zijn vastgelegd.

In veel figuren valt daardoor te constateren dat weliswaar verschuivingen tussen 2 of 3 afzonderlijke perioden zijn waar te nemen, maar dat deze verschillen kleiner zijn of nihil worden naarmate de concentratie van de waarnemingspunten groter is.

Dit betekent dat de waargenomen verschillen tussen de regressies niet altijd duidelijke veranderingen van het grondwaterregime inhouden, maar in bepaalde gevallen een gevolg kunnen zijn van de (grote) spreiding in de waarnemingen, waardoor de betrouwbaarheid van de regressies gering is.

Duidelijke voorbeelden hiervan zijn o.a. te vinden in correlatiediagrammen van de raaien D, E, F, J, Q, RI en b.

In de correlatiediagrammen van de meetpunten in raai C op Overflakkee is dit niet het geval. In alle figuren (121 t/m 127) wijken de waarnemingspunten van de hoge winter- en voorjaarsgrondwaterstanden van 1984 duidelijk af van de voorafgaande perioden.

Dit heeft te maken met een verlaging van de wintergrondwaterstanden in referentiebus CF8 t.o.v. de overige meetpunten, waarschijnlijk als gevolg van een gemiddeld lager polderpeil in 1984 in de nabij gelegen Groote Kreek (meetpunt CW2).

In de figuren van de meetpunten in raai e bij de Vliet wordt een duidelijke afwijkende regressielijn van 1983 t.o.v. de overige perioden geconstateerd. Een duidelijke oorzaak is hiervoor niet aan te geven. Het is niet aannemelijk dat alle waterstanden in deze meetraai in 1983 t.o.v. referentiebus eF6 zijn gestegen en vervolgens in 1984 weer naar het oorspronkelijke niveau zijn gedaald.

Het omgekeerde geval dat de waterstanden in bus eF6 in 1983 lager zouden zijn geweest t.o.v. de overige 5 meetpunten is evenmin waarschijnlijk, omdat hiervoor evenmin aanwijsbare oorzaken te vinden

zijn. Het vermoeden bestaat echter dat de gehanteerde hoogte van de bovenkant van buis eF6 tussen 10 december 1982 en 1 november 1983 onjuist is geweest, hetgeen achteraf niet meer is te verifiëren.

In nog enkele andere figuren kunnen duidelijke verschillen worden geconstateerd tussen regressielijnen uit verschillende perioden. Bij de meetpunten PF3, PF4 en PFS en QF6 wijken de waarnemingspunten van 1984 sterk af van de regressielijnen van '81/'82 en 1983 (zie de figuren 185, 186, 187 en 194). Hiervoor zijn tot op heden nog geen duidelijke oorzaken gevonden.

In figuur 161 wordt een zeer slechte correlatie waargenomen tussen de landbouwbuizen KF8 en KF5. Dit geldt zowel voor 1984 als voor de voorafgaande jaren. De regressielijn is door de grote spreiding van de waarnemingspunten zeer onbetrouwbaar en een eventuele verandering, in dit geval een mogelijke verlaging in buis KF5 t.o.v. buis KF8 of omgekeerd is hierdoor niet aan te tonen.

In figuur 203 wordt een groot verschil geconstateerd tussen de waarnemingspunten van 1984 en de beide regressielijnen uit de voorafgaande jaren. Vanaf het begin van de metingen in 1981 tot en met 1983 werd reeds geconstateerd dat deze landbouwbuis RIIF3 slecht inspeelde op de werkelijke grondwaterstand. Regelmatig werden veel hogere waterstanden gemeten dan in de landbouwbuizen RIIF4 en RIIF2 aan weerszijden van dit meetpunt.

Waarschijnlijk werd door inspueling van regenwater vanaf het maaiveld in het boorgat van de buis een onnatuurlijke schijnwaterspiegel in een slecht doorlatend profiel gemeten. In 1984 heeft deze buis wel goed gefunctioneerd. De waterstanden waren duidelijk lager en de correlatie van de waterstanden met die van de referentiebuis RIIF5 was in 1984 aanmerkelijk beter dan in de voorgaande jaren.

Bij de landbouwbuizen rond het Markiezaat zijn eveneens verschillen geconstateerd in de regressielijnen voor de verschillende perioden. In de correlatiediagrammen van raai L (figuren 164 t/m 169) kunnen drie verschillende perioden worden onderscheiden. De nulsituatie is weergegeven door alleen de regressielijn, de waarnemingen van 1 juni 1983 t/m 31 december 1983 eveneens en de waarnemingen van 1984 alleen door de waarnemingspunten.

In figuur 164 van buis LF1 bevinden zich zowel de regressielijn van de periode 1 juni t/m 31 december 1983 als de meeste waarnemingspunten van 1984 links van de regressielijn uit de nulsituatie.

Echter de regressie van 1983 blijkt niet gelijk te zijn aan die van 1984. Dit laatste is nog duidelijker het geval in de overige correlatiediagrammen van de meetpunten in raai L. De regressielijnen van 1983 bevinden zich in deze figuren voor een belangrijk deel boven en links van de regressielijnen uit de nulsituatie, de waarnemingspunten van 1984 daarentegen aan de andere zijde. Dit betekent dat afgezien nog van de eventuele veranderingen t.o.v. de nulsituatie, de grondwaterstanden in 1984 in de landbouwbuizen LF2 t/m LF5 en LF7 mogelijk hoger zijn geweest dan in 1983 t.o.v. de referentiebuis LF6, of omgekeerd; in buis LF6 zijn de waterstanden in 1984 lager geweest dan in 1983 t.o.v. van de overige meetpunten in raai L.

Voor de oplossing van dit probleem zijn de waterstanden van buis LF6 van alle drie de perioden gecorreleerd met een ander referentiemeetpunt, namelijk een sinds 1951 continue waargenomen landbouwbuis in de Kraayertpolder op Zuid-Beveland. Van deze buis 539, die aanvankelijk

voor het C.O.L.N.-onderzoek (1958) geplaatst werd, is uit eerdere studies gebleken dat de grondwaterstandsfluctuaties hierin een duidelijke relatie met de verdeling van neerslag en verdamping in het gebied vertonen. Hierdoor blijkt een betrekkelijk goede correlatie te bestaan met veel grondwaterstandsfluctuaties op andere plaatsen waar ongeveer eenzelfde verdeling van neerslag en verdamping voorkomt. De neerslagcijfers van het K.N.M.I.-regenstation te 's-Heerenhoek op Zuid-Beveland blijken nauwelijks af te wijken van die van Tholen, waardoor de correlatie tussen de waarnemingen van buis 539 met die van buis LF6 gebruikt mag worden. Zie figuur 233.

Hierin blijkt enerzijds een gering verschil te bestaan tussen de regressielijn uit de nulsituatie en die van de waarnemingen van 1984, en anderzijds een veel duidelijker verschil tussen de (denkbeeldige) van 1983 en 1984. Dit verschil wordt voor een belangrijk deel bepaald door twee waarnemingen in 1983 in buis LF6, die de regressie van 1983 sterk doet afwijken van de regressies van de beide andere perioden. Worden deze twee waarnemingspunten in figuur 233 weggelaten, dan liggen de waarnemingspunten van 1983 en '84 ongeveer rond dezelfde regressielijn of in elkaars verlengden.

Als dit ook in de correlatiediagrammen van buis LF6 met de overige meetpunten in raai L wordt toegepast dan liggen ook hier de regressies van 1983 en 1984 over het algemeen veel dicht bij elkaar.

Wordt nu de nulsituatie in figuur 233 vergeleken met de nieuwe situatie van '83/'84, dan is het verschil tussen deze beide regressies niet erg duidelijk meer. Daarom wordt vooralsnog aangenomen dat het grondwaterregime in buis LF6 in de nieuwe situatie onveranderd is gebleven. Bij peilbuis LF1 wordt vervolgens bij vergelijking van de nulsituatie met de nieuwe situatie een verlaging van de grondwaterstand waargenomen, waarvan de grootte afhankelijk is van de absolute hoogte van het grondwaterniveau. Voor de karakterisering van deze verlaging kan bijvoorbeeld worden uitgegaan van de waargenomen verlaging bij de gemiddelde winter- en zomergrondwaterstanden van een referentiebuisc. In paragraaf 7.2 wordt hier nader op ingegaan.

In de overige buizen van raai L kunnen bij vergelijking van de nulsituatie met de nieuwe situatie geen duidelijke significante veranderingen worden afgelezen.

Bij interpretatie van de correlatiediagrammen van de waarnemingen van de meetraaien M en N is op bijna identieke wijze gewerkt.

De waarnemingen uit de referentiebuizen MF4 en NF 9 zijn gecorreleerd met de waarnemingen van buis 539. Zie de figuren 246 en 234.

Uit figuur 246 blijkt dat de waterstanden in de als referentiebuisc gebruikte buis MF4 in de nieuwe situatie iets gezakt zijn t.o.v. de nulsituatie; in de zomer iets meer dan in de winter. Uit de drie figuren 170, 171 en 172 met daarin de correlaties van buis MF4 met MF1, MF2 en MF3 valt vervolgens af te leiden dat zowel in buis MF1 als MF2 en MF3 verlagingen na de bekading van het Markiezaat zijn opgetreden t.o.v. het referentiemeetpunt MF4, waarin eveneens een verlaging is gemeten. De werkelijke verlagingen van deze drie meetpunten zijn dus iets groter dan uit deze laatstgenoemde figuren valt af te leiden. Zie ook paragraaf 7.2.

In de meeste correlatiediagrammen van de waarnemingen van de meetpunten uit raai N met die van buis NF9 (figuren 173 t/m 181) wordt een verhoging t.o.v. dit referentiemeetpunt gevonden of omgekeerd. Ook in dit geval werd getracht d.m.v. het correlatiediagram van de water-

standen van buis NF9 met die van buis 539 hierover uitsluitel te verkrijgen.

In figuur 234 blijkt echter een slechte correlatie tussen de waterstanden van deze buizen te bestaan, waardoor een verschil tussen de regressies van de oude en van de nieuwe situatie niet goed kan worden bepaald.

Het is niet erg waarschijnlijk dat de waterstanden in bijna alle landbouwbuizen van raai N de waterstanden in de nieuwe situatie zouden zijn gestegen ten opzichte van die in de referentiebuizen NF9. Het omgekeerde is aannemelijker, namelijk dat de waterstanden allen in buis NF iets zijn gedaald, door welke oorzaak dan ook. Daarom wordt voornamelijk dit laatste aangenomen, zonder dat dit aantoonbaar is en een mogelijke oorzaak evenmin is aan te wijzen. Dit betekent tevens dat voor de waterstanden in de overige landbouwbuizen van raai N nog geen significante veranderingen zijn waargenomen.

4.5 De beoordeling van de gemeten grondwaterstanden

De gemeten freatische winter- en zomergrondwaterstanden van 1984 zijn opnieuw getoetst aan de landbouwkundige eisen die hieraan gesteld worden bij verschillend cultuurgebruik.

Voor de wintergrondwaterstanden zijn minimale eisen aan de ontwateringsdiepte gesteld voor bouwland, grasland en boomgaarden van respectievelijk 70, 50 en 90 cm beneden maaiveld. In een aantal peilbuizen zijn gemiddelde wintergrondwaterstanden boven deze niveau's gemeten. Op Overflakkee kwam dit voor in de polder het Oudeland (buis AF6), in de Krammerpolder (buis BF8) en in de Aymon Louisepolder (buis CF5). In West-Brabant kwam dit voor in de Sabina Henricapolder (buizen DF4 en DF5), op de lage delen van de Vlietoevers (raaien a en c), in de Auvergnepolder (raai K) en in de Augustapolder (raai L). Verder werd dit geconstateerd in de Prins Hendrikpolder op St. Philipsland (raai G) en in de Hikkepolder op Tholen (buis HF5). Zie ook tabel 2.

De zomergrondwaterstanden zijn vervolgens getoetst aan een niveau, waarbij een opbrengst-reductie van ca 10% gaat optreden als gevolg van een vochttekort. Deze diepte beneden maaiveld is afhankelijk van het bodemprofiel en het cultuurgebruik. Deze gehanteerde niveau's (zie tabel 2) zijn ontleend aan de opbrengst-ontwateringsdieptecurven van de betreffende bodemprofielen uit het C.O.L.N.-onderzoek (1958). In I.C.W.-nota 1508, paragraaf 4.6 is hier reeds nader op ingegaan. Omdat de zomergrondwaterstanden op de meeste plaatsen hoger zijn geweest dan in '81, '82 en '83, ontstaat voor 1984 volgens deze toetsing een iets gunstiger beeld dan in de voorgaande jaren.

Voor bouwlandpercelen zijn te lage grondwaterstanden gemeten in de Aymon Louisepolder op Overflakkee (raai C), in de Hogerwaard- en Damespolder (raai N) en in de Bathpolder (raai P) op Zuid-Beveland. Bij gebruik als grasland werden bovendien nog te lage waterstanden gemeten in de Anna Wilhelminapolder (raai B) op Overflakkee en op enkele andere plaatsen; t.w. nabij de Augustapolder (buis LF1) bij het Scheldestrand (buis MF4), in de Heense polder (buis FF8) en op de Vlietoever (buis EF3).

5. HET CHLORIDEGEHALTE VAN HET GRONDWATER.

In 1984 zijn de meeste diepe peilbuizen in het meetnet opnieuw eenmaal bemonsterd, omstreeks dezelfde datum als in 1983. Voor de meeste peilbuizen was dit eind augustus of begin september. De gemeten chlorideconcentraties van deze monsters staan vermeld in tabel 3. Opnieuw blijken de gemeten concentraties zeer weinig te verschillen met hetgeen in de drie voorafgaande jaren is gemeten. Ook rondom het inmiddels bekade Markiezaat zijn in de betreffende peilbuizen nog geen significante veranderingen in de chlorideconcentraties waargenomen.

6. HET CHLORIDEGEHALTE VAN HET OPPERVLAKTEWATER.

In tabel 4 staan de gemeten chlorideconcentraties vermeld van de in 1984 verzamelde slootwatermonsters. De lokaties van de genummerde monsterpunten staan weergegeven op een overzichtskaart met de belangrijkste leidingen en sloten (bijlage 2).

Over het algemeen zijn in 1984 iets lagere chlorideconcentraties gemeten dan in 1982 en 1983. De hoogste concentraties van 1984 werden op de meeste plaatsen in de maand augustus gemeten. Deze piekwaarden waren meestal ook lager dan de hoogste concentraties van de watermonsters van 1982 en 1983.

Een opvallend lagere chlorideconcentratie werd waargenomen bij monsterpunt 67. In de zomers van 1982 en 1983 werden bij deze kreek op Flakkee concentraties tot 8 gram/l gemeten.

In 1984 werd in maart een hoogste concentratie van slechts 1.3 gram/l gemeten. Ook meetpunt 2 werden in 1984 veel lagere concentraties gemeten dan in '82 en '83. In deze omgeving zijn voor zover bekend geen bijzondere veranderingen opgetreden, die een verlaging van de chlorideconcentratie tot gevolg zouden kunnen hebben.

Rond het Markiezaat zijn in de Augustapolder (monsterpunt 57) en in de Hogerwaardpolder (monsterpunt 70) eveneens opvallende verlagingen van de chlorideconcentraties gemeten. Hier kan de geconstateerde versoeting een gevolg geweest zijn van het verminderen van de zoute kwel vanuit het Markiezaat, na de totstandkoming van de bekadingen in mei 1983.

Langs het in aanleg zijnde Bathse Spuikanaal is enige verzilting geconstateerd bij monsterpunt 65. De nieuw gegraven kwel sloten langs dit spuikanaal hebben de waterhuishouding in dit gebied enigszins veranderd. Langs dit monsterpunt stroomt nu water met een andere herkomst dan in de uitgangssituatie het geval is geweest, waardoor de waterkwaliteit veranderd kan zijn.

7. VASTSTELLING VAN DE NULSITUATIE EN DE GRONDWATERSTANDSVERANDERINGEN LANGS HET MARKIEZAAAT.

7.1 De nulsituatie.

Uit de gemeten freatische waterstanden van de jaren 1981 tot en met 1984 dienen gemiddelde grondwaterstanden te worden bepaald, die representatief zijn voor een langere reeks van jaren, voorafgaande aan de waterstaatkundige ingrepen in het studiegebied.

Voor de omgeving van het Markiezaat is de periode waaruit de gegevens hiervoor gebruikt kunnen worden nog beperkter.

Deze periode loopt namelijk van 1 januari 1981 tot 1 december 1981 en van half maart 1982 tot en met februari 1983.

Voor het gehele studiegebied en voor de omgeving van het Markiezaat in het bijzonder dienen de waarnemingen daarom gerelateerd te worden aan een waarnemingsreeks van een groter aantal jaren, zodat de gemiddelde grondwaterstanden van de nulsituatie hierdoor op een langere waarnemingsreeks kunnen worden gebaseerd.

Hiervoor werd gebruik gemaakt van de waarnemingen van buis 539 op Zuid-Beveland. De betekenis en representativiteit van dit meetpunt is reeds in paragraaf 4.4 beschreven. Uit de lange reeks continue grondwaterstandswaarnemingen (1951 t/m 1984) van deze buis werd een langjarige gemiddelde zomer- en wintergrondwaterstand bepaald. Vervolgens zijn de waarnemingen van een aantal landbouwbuizen uit het Zoommeer-gebied gecorreleerd met die van buis 539. Hiervoor werd uit iedere meetraai een buis gekozen, waarvan verondersteld wordt, dat deze een representatief waterstandsverloop voor de betreffende meetraai vertoont en tevens een behoorlijke correlatie met de waterstanden van buis 539 heeft.

De waarnemingsreeks, die voor deze correlaties (figuren 233 t/m 256) gebruikt is, omvat de periode 1 november 1982 t/m 31 december 1984. Voor de meetpunten rond het Markiezaat, t.w. de buizen LF4, MF4 en NF7, betreft de puntenzwerm in de figuren 245, 246 en 247 de periode 1 juni 1983 tot en met 31 december 1984. Tevens is in deze figuren daarbij de regressielijn van deze periode en van de nulsituatie weergegeven.

Op basis van de berekende langjarige gemiddelden van buis 539 en de relaties van de grondwaterstanden van deze buis met die van het meetnet rond het Zoommeer, kunnen de langjarige gemiddelden van de gemiddelde zomer- en wintergrondwaterstanden van de meetpunten in het Zoommeer-gebied worden bepaald.

Ter controle op deze methode kunnen de op soortgelijke wijze gevonden gemiddelde zomer- en wintergrondwaterstanden van de jaren '81 t/m '84 worden vergeleken met de werkelijke gemeten gemiddelde waterstanden van die perioden.

In tabel 5 is een overzicht gegeven van de gevonden waarden. Onderaan in deze tabel staan de gemiddelde zomer- en wintergrondwaterstanden voor de verschillende jaren en de langjarige gemiddelden van buis 539 vermeld. Uit deze getallenrij valt o.a. af te leiden dat de gemiddelde zomergrondwaterstand van 1984 (NAP -0.11m) het langjarig gemiddelde (NAP -0.12m) zeer dicht benadert en dat de gemiddelde wintergrondwaterstand van 1982/'83 van het meetpunt gelijk is aan het langjarig gemiddelde (NAP +0.41m).

Verder blijken de andere zomergrondwaterstanden van 1982 (NAP-0.39m), 1983 (NAP -0.27m) en 1981 (NAP -0.20m) allen lager dan het langjarig gemiddelde te zijn en wel in dezelfde volgorde als over het algemeen langs het Zoommeer werd geconstateerd. De gemiddelde wintergrondwaterstand van '81/'82 ligt iets boven het langjarig gemiddelde en die van '83/'84 er ruim onder. Ook dit stemt overeen met de verschillen, die in 1981 t/m 1984 langs het Zoommeer zijn gemeten.

De verschillen tussen gemeten en uit regressies gevonden waterstanden en de spreiding van de waarnemingspunten in de correlatiediagrammen geven beiden een indruk van de nauwkeurigheid en dus ook de betrouwbaarheid van de gevolgde methode en de daaruit voortgekomen resultaten

7.2 De grondwaterstandsveranderingen langs het Markiezaat.

Na de realisering van een beheersbaar peil op het Markiezaat zijn zoals in paragraaf 4.4 reeds werd opgemerkt, in enkele buizen in de omliggende gebieden veranderingen in het grondwaterregime opgetreden. De grootte van deze veranderingen zal opnieuw met de correlatiediagrammen uit de vorige paragraaf moeten worden bepaald of uit een combinatie met de andere diagrammen uit paragraaf 4.4.

Van de vijf diagrammen (figuren 233, 234, 245, 246 en 247), waarin grondwaterstanden van de buizen rond het Markiezaat gecorreleerd zijn met die van buis 539, wordt alleen in figuur 246 (buis MF4) een duidelijk verschil tussen de regressielijn van de nul situatie en die van de nieuwe situatie gevonden.

In dit geval wordt in de nieuwe situatie een gemiddeld lagere grondwaterstand aangetroffen. Dit verschil blijkt hier groter te zijn naarmate de grondwaterstand lager is.

Voor het karakteriseren van de geconstateerde verandering is uitgegaan van de veranderingen in de langjarig gemiddelde zomer- en wintergrondwaterstanden. Op overeenkomstige wijze als in paragraaf 7.1 kan dit verschil figuur 246 worden afgelezen.

Bij de referentiebuiz MF4 wordt aldus een verlaging van 5 cm bij een gemiddelde wintergrondwaterstand en van 8 cm bij een gemiddelde zomergrondwaterstand gevonden.

In de overige genoemde figuren zijn geen duidelijk significante veranderingen waarneembaar.

Voor de overige buizen van de raaien L en M worden nu de eventuele veranderingen vastgesteld m.b.v. de figuren 164 t/m 172 en de gevonden verandering in referentiebuiz MF4.

Dit resulteert tot dusverre in verlagingen in de buizen LF1, MF1, MF2 en MF3. In de overige meetpunten van deze beide raaien zijn de verschillen minder significant en daardoor te onbetrouwbaar.

In paragraaf 4.4 werd reeds vermeld, dat in de referentiebuiz NF9 in de nieuwe situatie een mogelijke verlaging is opgetreden van onbekende grootte en dat in de overige buizen van raai N nog geen significante veranderingen zijn waargenomen.

De aldus gevonden grondwaterstandsveranderingen staan vermeld in tabel 6.

8. SAMENVATTING EN CONCLUSIES (1981 t/m 1984)

In 1982 is in opdracht van de Deltadienst van Rijkswaterstaat door het I.C.W. gestart met het verwerken van de gemeten sloot- en grondwaterstanden en van de chlorideconcentraties van grond- en oppervlaktewater rondom het toekomstige Zoommeer c.a.

Dit randmeer met een vast peil van omstreeks NAP zal door de sluiting van de Philips- en de Desterdam in 1987 gerealiseerd zijn.

Naast het Zoommeer werd aandacht besteed aan de omgeving van het inmiddels omkade Markiezaat van Bergen op Zoom, de gebieden langs het Bathse Spuikanaal en langs het benedenpand van de Roosendaalsche- en Steenbergse Vliet, waar in 1987 een peilverhoging van ca 70 cm verwacht wordt. De ingrepen in al deze gebieden kunnen leiden tot grondwaterstandsveranderingen in de omgeving en daardoor mogelijke schade toebrengen aan met name de landbouw.

Van september 1980 tot oktober 1981 werd voor dit onderzoek door het I.C.W. een meetnet, opgebouwd uit meetraaien ingericht, dat door D.Z.W. van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging van Rijkswaterstaat sinds 1981 tweemaal per maand wordt waargenomen.

Uit de verzamelde gegevens van 1981 tot en met 1984 diende de nulsituatie van de grondwaterstanden van al deze gebieden en de eventuele veranderingen, die tijdens en na de waterstaatkundige werken in dit gebied zouden kunnen gaan optreden te worden vastgelegd.

Uit de neerslag en verdamping van '81 t/m '84 geldend voor station Tholen is gebleken dat 1981 en 1984 relatief natte jaren zijn geweest met totale neerslagoverschotten van respectievelijk 420 mm en 428 mm tegenover 266 mm normaal. Daarentegen was 1982 een relatief droog jaar met 147 mm neerslagoverschot. 1983 kenmerkte zich vooral door een nat voorjaar en een droge zomer.

In het studiegebied hebben in deze jaren de volgende werken en veranderingen plaatsgevonden, die de gemeten waterstanden mogelijk hebben beïnvloed.

Het Markiezaat werd in april 1983 definitief van de getijdebeweging op de Oosterschelde afgescheiden, nadat in maart 1982 door storm de bijna voltooide kade voor een belangrijk deel werd weggevaagd. In het noordelijk deel van het Markiezaat werd in 1984 een terrein opgespoten waardoor een nieuw randmeer, de Binnen Schelde van het resterende deel van het Markiezaat werd afgescheiden.

Het peil wordt in de beide meren nu door een doorlaatmiddel beheerst en bedraagt in beiden omstreeks NAP of iets daarboven.

In de omgeving van het in aanleg zijnde Bathse Spuikanaal zijn sinds half februari 1981 diverse bouwputten bemalen, t.w. voor de bouw van een rioolwaterzuiveringsinstallatie met toebehorende leidingen (1981 en 1982), voor het plaatsen van twee zinkerbundels (1981) en van een syfon (1982) onder het spuikanaal en voor de bouw van de spuisluis aan de Westerschelde (december 1982 tot half mei 1984).

In augustus 1984 werd opnieuw een bronnering opgestart voor de bouw van eenemaal bij de Kreekraksluizen.

Op St. Philipsland werd in 1983 en 1984 het nieuw ingepolderde deel van de Heense Slikken in cultuur gebracht. Langs het benedenpand van de Vliet zijn in 1981 en 1982 de aanpassingswerken op de noordelijke oever uitgevoerd; in 1983 is dit werk op de zuidelijke oever gestart. Het peil in de Vliet bij Benedensas is geleidelijk iets opgelopen van gemiddeld NAP -0.90 m in 1981 tot ca NAP -0.70 m in 1984.

De gemeten sloot- en grondwaterstanden en de gecorrigeerde stijghoogten in het watervoerende pakket zijn o.a. gepresenteerd in een serie dwarsprofielen van alle meetraaien. De geschetste waterstanden zijn gemiddelden van een vastgestelde zomer- en een winterperiode voor de afzonderlijke jaren 1981 tot en met 1984. Deze dwarsprofielen geven o.a. een inzicht in de stroomrichtingen in de beide seizoenen van zowel het freatische als het diepe grondwater in relatie met de randvoorwaarden, die te zijner tijd zullen gaan veranderen of inmiddels zijn veranderd. Daarnaast worden in deze doorsneden de verschillen zichtbaar tussen de jaren 1981 tot en met 1984. In de meeste raaien langs het Zoommeer en de Vliet zijn de diepe stijghoogten tussen 1981 en 1984 niet noemenswaardig gewijzigd. In de omgeving van het spuikanaal zijn door de genoemde bronneringen in de meeste diepe peilbuizen bijna voortdurend verlaagde stijghoogten gemeten, waardoor in de jaren 81 t/m 84 hier nauwelijks een ongestoorde situatie kon worden gemeten. Aan de oostzijde van het Markiezaat werden ter plaatse van de kustlijn in de beide raaien na de omkading verlagingen in het diepe grondwater gemeten van ca 20 cm.

In een serie tijdstijghoogtediagrammen wordt van ieder jaar een inzicht gegeven in de fluctuaties per meetpunt en de onderlinge verschillen tussen waterstanden die in elkaars omgeving of op verschillende diepten in de bodem worden gemeten. In deze figuren wordt de invloed van de tijdelijk veranderde randvoorwaarden zichtbaar. Naast de genoemde verlagingen in de omgeving van het spuikanaal werd in deze figuren o.a. de invloed van veranderende slootpeilen onderkend. Verder kan in deze figuren uit het verschil in niveau en verloop van stijghoogten, gemeten op verschillende diepten een indruk worden verkregen van de aldaar optredende kwel of wegzijging en de verticale bodemweerstand tussen deze lagen. Een geringe verticale weerstand van het holocene pakket werd aldus o.a. aangetroffen op plaatsen in de Auvergnepolder (peilput KD4), op de Vlietoever (peilput aD1) en in de holocene erosiegeul ten zuiden van het Markiezaat (peilput 54). Op de meeste andere plaatsen werden op deze wijze betrekkelijk hoge weerstanden van het holocene pakket aangetoond. In het hoge pleistocene zandgebied ten oosten van het Markiezaat komt een naar het Markiezaat toe hellende vrije waterspiegel in het watervoerende pakket voor, met daarboven soms lokaal verspreide schijnwaterspiegels op ondoorlatende leemlagen (peilput MD3). In de tijdstijghoogtediagrammen werden eveneens de veranderingen van de schorwaterstanden afgelezen. In de periode na de afsluiting van het Markiezaat werden verlagingen varieerend van 10 tot 80 cm gemeten, afhankelijk van plaats en seizoen. In een aantal diepe peilbuizen werden voor korte of langere tijd continue registraties van de diepe stijghoogten uitgevoerd, waarmee o.a. de getijdebeweging in het diepe grondwater werd waargenomen. Na de omkading van het Markiezaat kwam deze in de omliggende diepe peilbuizen niet meer voor.

In een verzameling diagrammen zijn de freatische waterstanden uit de meetraaien gecorreleerd aan die van een vooraf gekozen referentiebuiz, die in principe buiten de invloedssfeer van de uit te voeren werken staat.

Voor de meetpunten langs het Zoommeer, de Vliet en langs het Spuikanaal is dit voor de jaren 1981/'82, 1983 en 1984 afzonderlijk uitgevoerd. De regressielijnen van deze correlaties uit de verschillende perioden blijken bij hoge correlaties meestal niet veel van elkaar af te wijken. Bij minder goede correlaties komen soms grotere verschillen tussen de minder betrouwbare regressies voor. Afgezien van incidentele tijdelijke veranderingen bij enkele meetpunten werden over het algemeen in dit deel van het meetgebied geen opvallende veranderingen in het grondwaterregime in de periode 1981 tot en met 1984 waargenomen.

De gemeten freatische zomergrondwaterstanden zijn met behulp van opbrengst-ontwateringscurven van de voorkomende profieltypen, beoordeeld met betrekking tot de invloed op de gewasopbrengsten. Langs het Markiezaat zijn eerder met het computermodel SWACRO de relatieve gewasopbrengsten bij de gemeten grondwaterstanden berekend.

Beide methoden resulteren in goed met elkaar overeenstemmende relatieve gewasopbrengsten.

Uit de resultaten blijkt een te lage zomergrondwaterstand, waarbij meer dan 10% opbrengstvermindering optreedt, regelmatig voor te komen in vrijwel alle buizen op droogtegevoelige percelen in het studiegebied.

De wintergrondwaterstanden werden getoetst aan de gestelde ontwateringseisen. Te hoge wintergrondwaterstanden worden voornamelijk gemeten bij buizen in de polder het Oudeland en in de Krammerpolder op Overflakkee, in de Sabina Henricapolder, in de Auvergnepolder en in de Augustapolder in West-Brabant, op Philipsland, in de Hikkepolder op Tholen en op de lage oevers langs de Vliet.

Uit de meeste diepe peilbuizen zijn een- of viermaal per jaar watermonsters verzameld, waarvan de dichtheid en het chloridegehalte is bepaald. Hierdoor werd een inzicht verkregen van het voorkomen van zoet, brak en zout grondwater in het gehele gebied.

Het Zoommeer en Markiezaat bevinden zich in een overgangsgebied van brak en zout marien grondwater en een voornamelijk in oost-west richting bewegende zoetwaterstroom vanuit het Brabantse zandgebied. In de uitlopers van dit zandpakket, dat mede de watervoerende laag onder het zeekleigebied vormt, wordt soms zoet grondwater aangetroffen, zoals in de staart van Zuid-Beveland en in de oostelijke delen van Overflakkee en Tholen.

De fluctuaties in de chlorideconcentraties van het grondwater blijken meestal zeer gering of nihil te zijn. Na de omkading van het Markiezaat zijn hier nog geen duidelijke veranderingen in de chlorideconcentraties waargenomen.

Op 70 lokaties, verdeeld over het gehele meetgebied, werden eenmaal per maand slootwatermonsters verzameld, waarvan het chloridegehalte werd bepaald. Op ongeveer dezelfde plaatsen als in het grondwater werd zoet, dan wel brak of zout oppervlaktewater aangetroffen.

In de kwel sloten langs het zoute getijdewater en het Markiezaat werden de hoogste chlorideconcentraties gemeten. Vooral aan de Brabantse zijde lopen de concentraties landinwaarts sterk terug.

De concentraties reageren over het algemeen nogal sterk op de neerslagverdeling.

Langs het Markiezaat is na de omkading een duidelijke verzoeting geconstateerd bij een monsterpunt in de Augustapolder en bij een monsterpunt in de Hogerwaardpolder. Langs het Bathse Spuikanaal is bij een monsterpunt enige verzilting geconstateerd, na het graven van een nieuw ontwateringsstelsel langs het nieuwe kanaal.

De gevraagde nulsituatie en de eventuele veranderingen voor de omgeving van het Markiezaat zijn bepaald met behulp van een referentiebuis (nr 539) in de Kraayertpolder op Zuid-Beveland, waarvan een lange continue waarnemingenreeks sinds 1951 bekend is. Hiervoor zijn de waterstanden van 1 meetpunt per raai en van 3 referentiemeetpunten rond het Markiezaat gecorreleerd met de grondwaterstanden van deze buis.

Uit de lange waarnemingenreeks van buis 539 werd het langjarig gemiddelde van een gemiddelde zomer- en wintergrondwaterstand berekend. Met behulp van de betreffende regressielijnen werden hieruit deze gemiddelden voor een aantal meetpunten van het Zoommeergebied bepaald. Ter controle hierop werden ook de gemiddelde zomer- en wintergrondwaterstanden voor de jaren '81 t/m '84 op dezelfde wijze bepaald en vergeleken met de werkelijk gemeten waarden. Uit deze vergelijkingen blijkt, dat de uit regressies gevonden gemiddelde zomer- en wintergrondwaterstanden en de werkelijk gemeten gemiddelde grondwaterstanden in de meeste gevallen redelijk goed met elkaar overeenstemmen. Bij meetpunten met grotere verschillen is dit dikwijls een gevolg van een minder goede correlatie met de waterstanden van buis 539. Verder is gebleken, dat de gemiddelde zomergrondwaterstand van 1984 in buis 539 bijna gelijk is aan het langjarig gemiddelde en dat de zomergrondwaterstanden van de jaren 1981, 1983 en 1982 in die volgorde ieder weer lager zijn.

De gemeten gemiddelde wintergrondwaterstand van '82/'83 in buis 539 was gelijk aan die van het langjarig gemiddelde. In de winter '81/'82 was de gemiddelde grondwaterstand in buis 539 hoger en in '83/'84 was deze lager dan het langjarig gemiddelde.

Deze jaarlijkse verschillen van de waterstanden in buis 539 kwamen goed overeen met datgene, wat over het algemeen in de landbouwbuizen in het gehele Zoommeergebied werd gemeten.

Na het vastleggen van de nulsituatie werden voor de omgeving van het Markiezaat de eventuele veranderingen vastgesteld in de nieuwe situatie, na de omkading in 1983. Hiervoor is een vergelijking gemaakt tussen de regressielijnen uit de nulsituatie en die van de nieuwe situatie. In slechts enkele landbouwbuizen werden duidelijke verlagingen t.o.v. de nulsituatie gemeten, t.w. in de buizen LF1 en MF1 t/m MF4. Deze verlagingen zijn bij een gemiddelde zomergrondwaterstand groter gebleken (maximaal 40 cm), dan bij een gemiddelde wintergrondwaterstand (maximaal 12 cm).

In de overige landbouwbuizen rond het Markiezaat konden geen duidelijke veranderingen worden aangetoond.

Van de betrouwbaarheid van de vastgestelde grondwaterstanden uit de nulsituatie en van de daarna geconstateerde veranderingen zijn geen gegevens bekend, omdat statistische berekeningen hiervoor achterwege zijn gelaten.

Een indruk van de genoemde betrouwbaarheid wordt wel verkregen uit de

· spreiding van de waarnemingspunten in de betreffende correlatiedia-grammen en de verschillen tussen de uit regressies gevonden zomer- en/of wintergrondwaterstanden en de werkelijke gemiddelde gemeten waterstanden. Hieruit blijkt, dat de mate van betrouwbaarheid van de resultaten per meetpunt verschillend kan zijn.

Voor de omgeving van het Markiezaat echter dient met name gerealiseerd te worden, dat de betrouwbaarheid van de resultaten beperkt is door een betrekkelijk korte meetperiode van 2 jaar voor de nulsituatie en tot dusver ook van de nieuwe situatie.

Door de huidige metingen voort te zetten kan de waarnemingenreeks van de nieuwe situatie rond het Markiezaat en die van de nulsituatie in de overige gebieden worden verlengd.

De tot nu toe geconstateerde veranderingen rond het Markiezaat zijn betrekkelijk gering en bestrijken een relatief klein landbouwgebied. De grootste verlagingen zijn gemeten op de oostelijke oever van het Markiezaat waar natuurgebieden en graslandpercelen voor extensief gebruik voorkomen.

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.
- Kramer, A.H.F. Onderzoek veranderingen in het grondwaterregime rondom het toekomstige Zoommeer c.a.
Verslag gegevensverwerking 1981 en 1982.
I.C.W.-nota 1508, april 1984.
- Kramer, A.H.F. Onderzoek veranderingen in het grondwaterregime rondom het toekomstige Zoommeer c.a.
Verslag gegevensverwerking 1983
I.C.W.-nota 1585, december 1984.
- Leven, ir. J.A. van 't, B. van der Weerd en J.J. Lindenbergh
De Landbouwwaterhuishouding in de provincie Zeeland.
Rapport nr. 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 nr. 7 van de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (C.O.L.N.) - T.N.O.-1958.

LIJST VAN BIJLAGEN, FIGUREN EN TABELLEN

Bijlage	1a	Overzichtskaart meetnet (1:25000) zuidelijk deel
	1b	Overzichtskaart meetnet (1:25000) noordelijk deel
	2	Overzichtskaart waterlopen en bemonsteringspunten
Figuur	3a	Cumulatief overzicht verdamping
	3b	Cumulatief overzicht neerslag en neerslagoverschot
	3c	Staafdiagram neerslagoverschot

Dwarsprofielen met grondwaterstanden

Bijlage	4	raai A
	5	raai B
	6	raai C
	7	raai D
	8	raai E
	9	raai F
	10	raai G
	11	raai H
	12	raai J
	13	raai K
	14	raai L
	15	raai M
	16	raai N
	17	raai P
	18	raai Q
	19	raai RI en RII
	20	raai a
	21	raai b
	22	raai c
	23	raai d
	24	raai e

Tijdstijghoogtediagrammen

Figuur	25	Schorwaterstanden van de raaien A, B, C en RI	
	26	Schorwaterstanden van de raaien E en F	
	27	Schorwaterstanden van de raaien G, H en J	
	28	Schorwaterstanden van de raaien L en N	
	29 t/m	32	Meetpunten van raai A
	33 t/m	36	Meetpunten van raai B
	37 t/m	40	Meetpunten van raai C
	41 t/m	43	Meetpunten van raai D
	44 t/m	46	Meetpunten van raai E
	47 t/m	49	Meetpunten van raai F
	50		Automatische registraties van FD4, CD3 en JD3
	51 t/m	53	Meetpunten van raai G
	54		Meetpunten van raai H
	55 t/m	57	Meetpunten van raai J
	58 t/m	59	Meetpunten van raai K
	60		Peil in het Markiezaatsmeer
	61 t/m	63	Meetpunten van raai L

Figuur	64		Peilput 49D-48
	65		Peilput 49D-49
	66	t/m 68	Meetpunten in raai M
	69	t/m 71	Meetpunten in raai N
	72		Peilput 54
	73	en 74	Meetpunten in raai N
	75		Peilput 52
	76		Peilput 56
	77	t/m 80	Meetpunten in raai P
	81	t/m 83	Meetpunten in raai Q
	84		Peilput 41
	85		Peilput 45
	86		Peilput G1
	87		Peilputten G2 t/m G5
	88		Peilputten G2 t/m G5
	89		Overzicht onttrekkingen langs Bathse Spuikanaal
	90	t/m 93	Meetpunten in raai RI
	94	t/m 95	Meetpunten raai RII
	96	t/m 98	Meetpunten raai a
	99	en 100	Meetpunten raai b
	101	en 102	Meetpunten raai c
	103	en 104	Meetpunten raai d
	105	en 106	Meetpunten raai e
	107		Overzicht automatische peilregistraties Correlatiediagrammen

Figuur	108	t/m 113	Meetpunten raai A
	114	t/m 120	Meetpunten raai B
	121	t/m 127	Meetpunten raai C
	128	t/m 132	Meetpunten raai D
	133	t/m 138	Meetpunten raai E
	139	t/m 146	Meetpunten raai F
	147	t/m 149	Meetpunten raai G
	150	t/m 154	Meetpunten raai H
	155	t/m 160	Meetpunten raai J
	161	t/m 163	Meetpunten raai K
	164	t/m 169	Meetpunten raai L
	170	t/m 172	Meetpunten raai M
	173	t/m 181	Meetpunten raai N
	182	t/m 188	Meetpunten raai P
	189	t/m 194	Meetpunten raai Q
	195	t/m 200	Meetpunten raai RI
	201	t/m 204	Meetpunten raai RII
	205	t/m 210	Meetpunten raai a
	211	t/m 215	Meetpunten raai b
	216	t/m 221	Meetpunten raai c
	222	t/m 227	Meetpunten raai d
	228	t/m 232	Meetpunten raai e

Correlatiediagrammen van peilbuis 539 met

Figuur	233	buis LF6
	234	buis NF9
	235	buis AF2
	236	buis BF4
	237	buis CF4
	238	buis DF6
	239	buis EF4
	240	buis FF8
	241	buis GF7
	242	buis HF5
	243	buis JF4
	244	buis KF6
	245	buis LF4
	246	buis MF4
	247	buis NF7
	248	buis PF1
	249	buis QF7
	250	buis RIF3
	251	buis RIIF5
	252	buis aF6
	253	buis bF5
	254	buis cF4
	255	buis dF7
	256	buis eF3

Tabel 1	Jaarsommen neerslag en verdamping
2	Beoordeling gemiddelde zomer- en wintergrondwaterstanden
3	Chloridegehalten van het grondwater
4	Chloridegehalten van het oppervlaktewater
5	Gemiddelde zomer- en wintergrondwaterstanden van 1981 t/m 1984 en van de gemiddelde nul-situatie
6	Grondwaterstandsveranderingen langs het Markiezaat