

Driemaandelijks Bericht
nummer 69, augustus 1974

deltawerken



Deltawerken

Redactie:

Deltadienst
Van Alkemadeaan 400
's-Gravenhage

Abonnementen en verkoop losse nummers:

Staatsuitgeverij
Chr. Plantijnstraat 1,
's-Gravenhage

De prijs bedraagt f 15,- per jaar
of f 4,- per nummer

Inhoud

Aquatische ecosystemen 433

Waterkwaliteitsbeheer en saneringsbeleid in
het Deltagebied 439

Het Aardbeieneiland, spontane ontwikkeling
in een veranderend milieu 446

Oevertypen in het Grevelingenmeer 456

De stormen in het najaar van 1973 465

A. De werken van het Deltaplan

De bouwput voor de doorlaatsluis in de
Brouwersdam 476

Een nieuwe Delta-expo te Stellendam 480

B. De werken langs de Westerschelde en de kust van Zeeuws-Vlaanderen

Verzwarend van de zeewering op Zuid-
Beveland 483

Vorderingen 484

In deze Berichten werden reeds verscheidene bijdragen gewijd aan de bespreking van de ecologische processen die zich afspelen in de Deltabekkens en langs de oevers ervan. Het gaat er daarbij om de relaties die organismen onderhouden met hun omgeving, te leren kennen en de ingewikkelde en moeilijk waarneembare processen waarin die relaties vorm krijgen, te beschrijven.

De grote verscheidenheid van de processen die in deze keten optreden vergt een studie op een haast even grote verscheidenheid van vakgebieden. Zowel de biologie als de chemie, de bodemkunde, de biochemie, de geochemie, de hydrologie en de hydrografie komen er aan te pas. Deze complexiteit weerspiegelt zich in het team van deskundigen dat bij een ecologisch onderzoek dient te worden betrokken. Elke deskundige opereert vanuit zijn eigen discipline en gebruikt daarbij vaak ook een eigen vakjargon. De coördinatie van dergelijk onderzoek en de communicatie binnen het team is daarom welhaast even ingewikkeld als het onderwerp van studie zelf.

Maar dit bemoeilijkt uiteraard ook een duidelijke, begrijpelijke verslaggeving aan derden die ter zake niet deskundig mogen worden geacht. De samenstellers van deze Berichten onderkennen dit probleem, en zijn er zich tevens van bewust dat de mededelingen ter zake zoals ze in de Driemaandelijke Berichten verschijnen, niet steeds in voor ieder begrijpelijke taal zijn verrat.

Toch kan nauwelijks worden vermeden dat er herhaaldelijk wetenschappelijke termen in worden gebezigd, die voor de deskundige weliswaar een duidelijke betekenis hebben, doch die de leek niet erg aanspreken; woor-

den als fotosynthese, fytoplankton, hypolimnion, die herhaaldelijk in deze Berichten parafereren, kunnen slechts een kleine groep lezers zonder meer aanspreken. Daar komt bij dat de mededelingen inzake ecologisch onderzoek die in deze Berichten verschijnen veelal deelaspecten betreffen van het systeem dat zij beschrijven. De betekenis ervan kunnen we dus eigenlijk pas goed begrijpen wanneer ze in verband met het geheel worden geplaatst. Gelet op het grote belang van het ecologisch onderzoek en de daaruit voortvloeiende resultaten voor de gevolgen die het Deltaplan – in welke vorm dan ook – met zich meebrengt, lijkt het nuttig en gewenst de lezers naast de regelmatig weerkerende zakelijke verslagen van onderdelen van het ecologische onderzoek bovendien in een serie artikelen meer in grote lijnen vertrouwd te maken met de processen en verschijnselen die in de stof- en energiehuishouding van waterbekkens in het algemeen en bij de Deltabekkens in het bijzonder een belangrijke rol spelen. Doel van deze reeks is dus een wat gemakkelijker te begrijpen beeld te geven van hetgeen onder een aquatisch ecosysteem wordt verstaan.

In dit eerste artikel zal in grote lijnen de opbouw van een aquatisch ecosysteem worden geschetst, met zijn hoofdkenmerken. We zullen er dan, mogelijk ten overvloede, mee moeten beginnen het begrip ecosysteem nader te verklaren. Dit woord hangt samen met het woord 'ecologie', hetgeen letterlijk vertaald 'huiskunde' betekent. In dit verband heeft 'huis' dan een wat bredere betekenis; het kan hier het beste door 'omgeving' worden vertaald. Ecologie is de wetenschap die de relaties tussen organismen onderling en

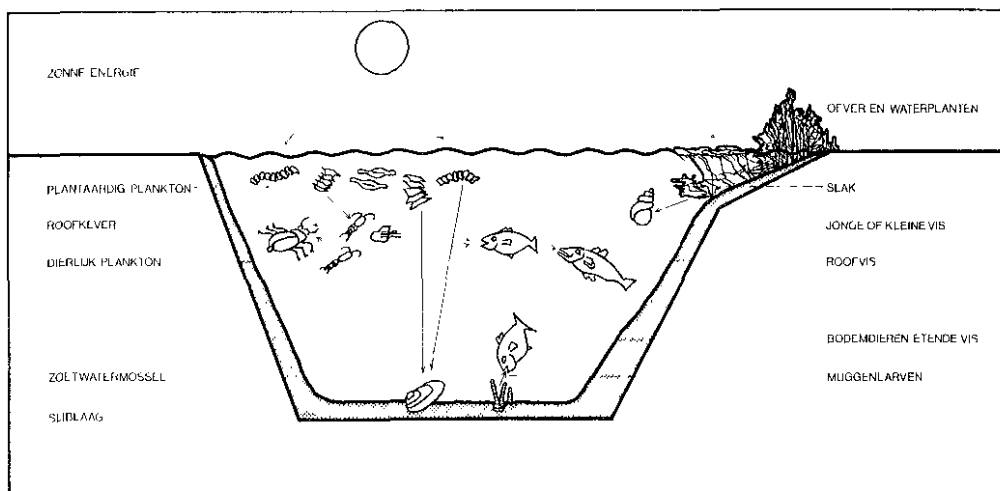


Fig. 1. Voedselketen in een vijver

hun niet levende omgeving bestudeert. Voordat we nu een ecosysteem proberen te definiëren is het nuttig een omschrijving te geven van het begrip 'systeem'. Een systeem bestaat uit een aantal elementen die onderlinge relaties vertonen en die op een bepaalde manier georganiseerd zijn. Systemen zijn onder te verdelen in subsystemen op verschillend niveau en deze weer in kleinere deelsystemen. Elk systeem van een bepaald integratieniveau heeft eigenschappen die niet aanwezig zijn op een lager integratieniveau, dat wil zeggen bij de subsystemen.

Bezien we nu een ecosysteem, dan zien we dat het is samengesteld uit een niet-levende component, de zogenaamde abiotische omgeving, en een levensgemeenschap. De levensgemeenschap zelf is weer samengesteld uit populaties van verschillende soorten plan-

ten, dieren en micro-organismen. Een populatie is opgebouwd uit een meer of minder groot aantal individuen van één soort van verschillend geslacht en uiteenlopende leeftijd. Een individu is opgebouwd uit verschillende organen en die weer uit cellen. Cellen zijn opgebouwd uit organellen en deze weer uit groepen macromoleculen. Men kan deze reeks voortzetten tot op het niveau van atomen en delen daarvan. Steeds blijkt dat de eigenschappen die men aantreft op een laag integratieniveau slechts ten dele de eigenschappen op een hoger niveau bepalen.

Uit de kennis van atomen en moleculen waaruit een mens is opgebouwd zal men zeker niet zijn gedrag kunnen verklaren of voorspellen. Wel kan men bepaalde, en dan met name fysische en chemische eigenschappen van een mens verklaren uit de kennis van zijn atomen en moleculen. Een ander voorbeeld: een populatie van dieren heeft een geboorte- en sterftecijfer maar die eigenschappen zijn niet van toepassing op individuen van die populatie, hoewel die individuen geboren worden en sterven. Het belangrijke hierin is, dat men een systeem kennelijk kan onderzoeken zonder alle eigenschappen van de lagere integratieniveau's te kennen. Wel is het natuurlijk zo dat aangrenzende integratieniveau's belangrijker zijn dan verder weg liggende.

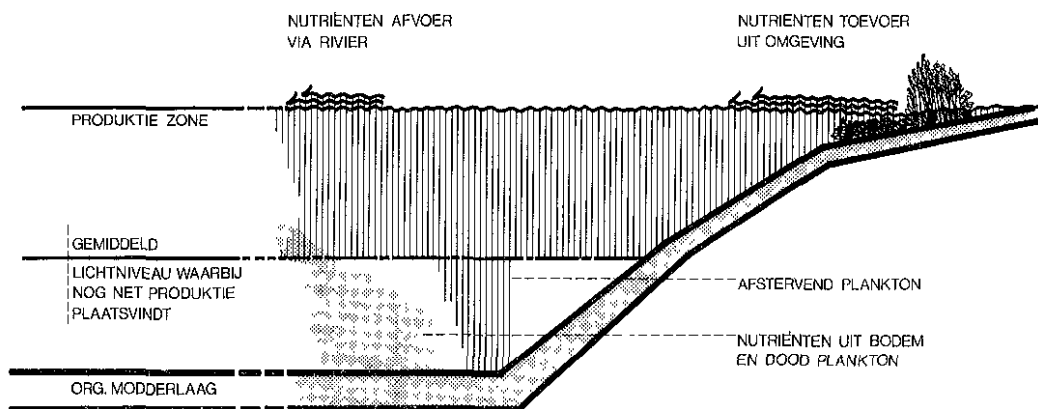
In de voorbeelden was tot nu toe steeds sprake van een biologische integratiereeks; maar analoge reeksen bestaan ook in het niet levende deel van een ecosysteem, al zijn ze daar eenvoudiger.

De subsystemen van het ecosysteem zijn weer verdeeld in functionele groepen van soort-

populaties van de levensgemeenschap enerzijds en bij voorbeeld stoffen, een medium en een substraat voor het niet levende milieu anderzijds.

Met deze systeembeschrijving weet men nog niet hoe een ecosysteem werkt. Een systeem kan alleen maar werken en in stand blijven als er energie wordt toegevoerd. Dat geldt natuurlijk ook voor een ecosysteem. De belangrijkste energiebron voor de ecosystemen op aarde is het zonlicht. De zonne-energie wordt gebonden door planten, algen en andere zogenaamde primaire producenten en omgezet in plantaardig weefsel of cellen. Planten en algen worden gegeten door plantenetende organismen, die in het systeem fungeren als consumenten, maar tegelijk als secundaire producenten. Deze herbivoren kunnen immers op hun beurt weer gegeten

directe omgeving. Dieren die planten eten krijgen dus behalve energie die bij de vertering vrijkomt ook deze bouwstoffen naar binnen. Uiteindelijk wordt echter alle dode organische stof afgebroken door micro-organismen en dan komen die bouwstoffen weer vrij voor opname door planten en algen. Zulke kringlopen noemt men stofkringlopen. Na gesproken te hebben van de hiërarchische organisatie, de energiestroom en de stofkringlopen komen we nu op een vierde belangrijk kenmerk van ecosystemen, namelijk hun homeostasis, dat is hun gelijk blijven in de tijd, hun zichzelf instandhouden. Ecosystemen en hun subsystemen kunnen zichzelf instandhouden doordat op alle integratieniveau's zogenaamde terugkoppingsmechanismen voorkomen. Dat wil zeggen dat een bepaald proces ge-



worden door carnivoren. Alle dode organismen, zowel planten als dieren, worden door micro-organismen – bacteriën en schimmels – afgebroken tot anorganische verbindingen. De oorspronkelijke zonne-energie wordt dus via planten, herbivoren en carnivoren en micro-organismen doorgegeven en uiteindelijk wordt alle door de primaire producenten gebonden energie omgezet in warmte. Een dergelijke energiestroom noemt men een voedselketen; de stadia in de voedselketen noemt men trofische niveau's. De termen primaire, secundaire en tertiaire producenten slaan dus op de plaats die deze organismen innemen in de voedselketen.

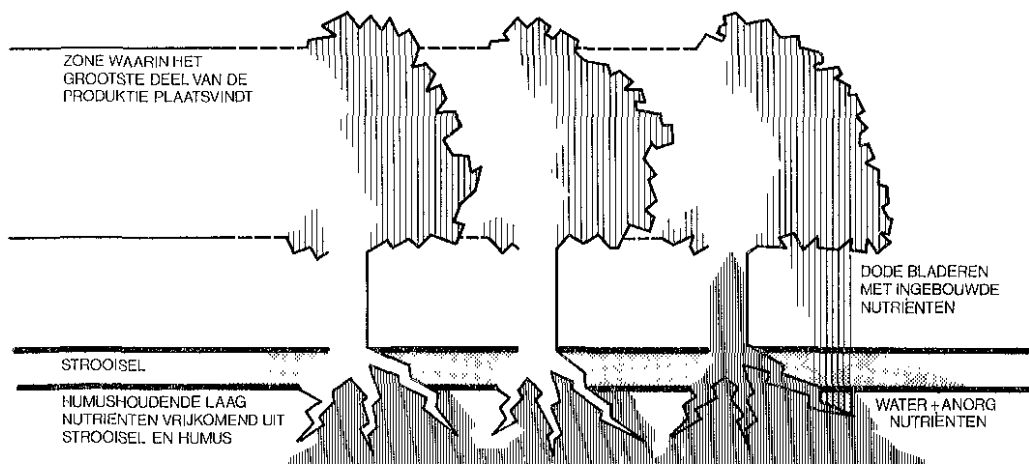
Planten en algen hebben voor hun opbouw niet alleen energie maar natuurlijk ook bouwstoffen nodig, zoals fosfor, stikstof en koolstof. Zij nemen deze stoffen op uit hun

Fig. 2. De nutriëntenkringloop in een meer. De afbraak van dode organische stof vindt zowel in het water als in de bodem plaats

corrigeerd wordt door een tegengesteld proces omdat het anders te ver doorloopt. In het dagelijks leven is de thermostaat van de verwarming daar een goed voorbeeld van. Een voorbeeld van een terugkoppeling in een ecosysteem wordt gevormd door de stofkringloop. Zonder *micro-organismen* zouden alle bouwstoffen op den duur in dode organische stof opgeslagen zijn en zou het ecosysteem ophouden te functioneren. Ook op andere integratieniveaus treden terugkoppelingsprocessen op. Als een diersoort toeneemt zonder dat zijn voedsel toeneemt, dan gaat het voedsel beperkend werken op de snelheid waarmee die diersoort kan toeneemen. Zoals hierboven al is besproken, vormt het zonlicht de belangrijkste energiebron voor ecosystemen. In de diepere lagen van een aquatisch ecosysteem, waar onvoldoende

door de wind. Door opwarming in het voorjaar neemt de dichtheid van de bovenlaag sterker af dan die van de onderlaag; dit toenemend dichtheidsverschil maakt vermenging van boven- en onderlaag tijdens de opwarmingsperiode steeds moeilijker; koud water heeft namelijk een groter soortelijk gewicht dan warm water.

Voor de kritische diepte waarboven systeem-scheiding plaatsvindt, is geen vaste, scherpe maat te geven. Dit hangt mede af van andere factoren, zoals vooral de meteorologische omstandigheden. Staat het betreffende waterbekken frequent aan sterke wind bloot dan zal bij overigens gelijke diepte de menging van de gehele watermassa ook frequenter en intenser zijn dan bij een waterbekken dat in een tamelijk windvrij gebied is gelegen. Door het bezinkende dode plankton wordt zuurstof



licht doordringt, kan derhalve geen productie van algen plaatsvinden. Wel zal hier dood of levend plankton terechtkomen, dat bezonken is. Wanneer dit plantaardige plankton niet meer door turbulentie van het water naar de oppervlakte wordt gestuwd, zal het afsterven en door bacteriën afgebroken worden tot anorganische stoffen. Deze afbraak is echter niet altijd volledig, veelal zal er een sliblaag op de bodem van het meer ontstaan die rijk is aan organische stof afkomstig van dode algen. Het lot van de vrijkomende nutriënten hangt voor een belangrijk deel af van de hydrografie van het meer. Is het meer relatief diep ten opzichte van de oppervlakte dan zal zich een zogenaamde stratificatie kunnen ontwikkelen. Stratificatie ontstaat als de diepere lagen van een water niet meegaan in de menging die meestal wordt veroorzaakt

Fig. 3. De nutriëntenkringloop in een bos. De bodem vormt de afbraakzone van dode organische stof

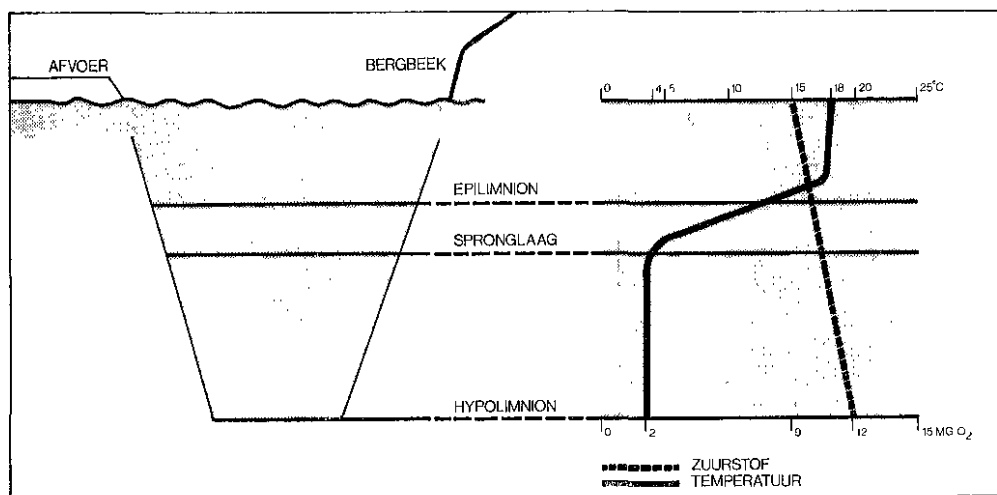


Fig. 4. Schematische voorstelling van een gestratificeerd voedselarm bergmeer in de zomer

onttrokken aan de onderlaag, het zogenaamde hypolimnion (letterlijk vertaald: onder-meer), en er komen voedingsstoffen vrij. Deze voedingsstoffen komen gedurende de zomer vanwege de stratificatie niet meer ter beschikking van plantaardig plankton in de bovenlaag (het epilimnion of boven-meer). Wanneer de mengdiepte klein is en de lichtdoordringing groot, dan kan het voorkomen dat er in het bovenste deel van het hypolimnion nog net voldoende licht voorkomt om algengroei toe te staan. Deze algen profiteren dan van de voedselrijkdom, maar moeten aangepast zijn om te leven met weinig licht en met een lagere temperatuur. Het is dan ook niet te verwonderen dat hier andere algensoorten leven dan in de bovenlaag van een meer.

Er zijn nu enkele fundamentele eigenschappen genoemd van ecosystemen en er is een zeer summiere beschrijving gegeven van het ecosysteem van een meer. Het zou interessant zijn ter vergelijking nu ook een geheel ander type ecosysteem in onze beschouwing te betrekken. Op grond van het visuele voorkomen voor de mens lijkt een bos misschien wel een uiterste tegengestelde van een meer. Toch werkt dit ecosysteem op analoge wijze. Lichtenergie wordt hier door de bomen, struiken en kruiden vastgelegd. Herbivoren eten daarvan en ook hier volgt een hele voedselketen. De dode organische stof – voornamelijk bladeren; vergelijk in een meer de dode algen – wordt afgebroken door micro-organismen. Er heeft dus ook een energiestroom plaats en er is ook een nutriëntenkringloop. Een bos blijft jarenlang bestaan; er moet dus homeostasis zijn; ook de hiërarchische opbouw der integratieniveaus vindt men terug.

Ook in ruimtelijke zin bestaat er gelijkenis.

Beide systemen hebben een bodemlaag met veel dode organische stof.

De gelaagdheid die kan optreden in een meer en die er toe leidt dat verschillende soorten primaire producenten worden aangetroffen op verschillende diepte is in bossen regel. Men vindt daar doorgaans een moslaag, een kruidlaag, een struiklaag en een boomlaag. Het belangrijkste verschil wordt veroorzaakt door het feit dat de belangrijke primaire producenten in een meer en een bos enorm verschillen in grootte, in levensduur en in de lengte van hun levenscyclus. In een bos zijn bomen de belangrijkste primaire producenten; hun ruimtelijke uitgestrektheid wordt geteld in meters, ze leven tientallen tot honderden jaren en de duur van hun levenscyclus vanaf de kieming van het zaad tot de eerste productie van zaad is vele jaren.

De orde van grootte van algen ligt tussen enkele en enkele honderden micrometers (1 micrometer = 1/1000 millimeter). Hun levensduur ligt in de orde van grootte van dagen, maar is moeilijk te meten omdat de voortplanting bij algen meestal door deling geschiedt. De levenscyclus ligt in de zomer in de orde van grootte van 1 dag. Door deze korte levenscyclus zijn algen in staat zeer snel te reageren op veranderingen van het milieu, bijvoorbeeld door opeens sterk in aantal toe te nemen. Verstoringen, zoals een sterke verrijking met voedingsstoffen, kunnen dan ook snel een algenbloei tot gevolg hebben. Een bos reageert zeker ook op een dergelijke verrijking, maar het zal veel langer duren voordat de levensgemeenschap verandert. De eerste veranderingen zullen ook hier optreden bij de organismen met de kortste levenscyclus (bijvoorbeeld bacteriën). Veranderingen in het bodembestand kunnen wel optreden als de verstoring aanhoudt, maar bij een kort durende verandering zal het bodembestand niet veranderen.

De verschillen in grootte en in de duur van de levenscyclus worden bepaald door biologische wetten. Grote organismen hebben een lange levenscyclus en kleine een zeer korte. Grote organismen hebben ook meer interne organisatie dan kleine. Dit is zeer begrijpelijk als men bijvoorbeeld vergelijkt, welke eisen er worden gesteld aan de transportmechanismen in een alg en in een boom. Een alg is meestal een eencellig organisme dat zijn anorganische voedingsstoffen direct opneemt door de celwand. Daar hij in het water leeft is de watertoevoer ook geen probleem. De aan bepaalde stoffen gebonden energie kan dan door eenvoudige diffusie in de cel op alle plaatsen waar die nodig is terechtkomen. Geheel anders is dit bij een boom; hier bestaan speciale kanalen om water en anorganische voedingsstoffen over aanzienlijke afstanden van de wortels naar de bladeren te vervoeren en om de energie bevattende stoffen naar alle delen van het organisme te leiden. Doordat een boom zo groot is en hij bovendien niet door water ondersteund wordt, heeft hij veel steunweefsel nodig, hetgeen bij algen ontbreekt. Een boom heeft dus een eigen transportsysteem voor zijn nutriënten. Een alg is voor zijn nutriëntentoevoer in principe aangewezen op waterbeweging, die altijd meer of minder sterk optreedt.

We hebben tot nu toe alleen gesproken over het inwendige mechanisme van het systeem. Belangrijk zijn echter ook de relaties die het onderhoudt met de omgeving, ieder ecosysteem maakt immers op zijn beurt deel uit

van een groter complex van deelsystemen die samen weer als een groter ecosysteem kunnen worden beschouwd. Het wel en wee van een ecosysteem kan in belangrijke mate afhangen van wat er in zijn omgeving gebeurt en het kan dus slechts tot op bepaalde hoogte op zichzelf worden beschouwd, afhankelijk van de mate van isolatie ten opzichte van de omgeving. Het systeem zal zich zoveel mogelijk instellen op en aanpassen aan de invloeden van buiten; de kwaliteit en de stabiliteit van het systeem hangen er dus in belangrijke mate van af, in hoeverre het daarin slaagt.

Zo wordt de ecologie van een waterbekken mede in belangrijke mate bepaald door zijn plaats in het hydraulische systeem waarvan het deel uitmaakt, bijvoorbeeld als bergmeer in de bovenloop van een rivier of als estuarium aan zijn monding in zee; daarnaast oefent de hydrologische situatie van het direct omringende gebied mede een grote invloed uit. Vooral voor de stofhuishouding kan dit van belang zijn. Het ligt immers voor de hand dat het gebeuren in een ecosysteem in belangrijke mate zal kunnen worden beïnvloed, indien aan dat systeem van buiten nieuwe stof wordt toegevoegd of eruit wordt afgevoerd. In een bos is dit meestal nauwelijks het geval. De hoeveelheid stof van verschillende aard die is opgesloten in humuslaag, hout en bladerdak blijft meestal vrijwel constant. Anders is dit bij een waterbekken dat meestal nieuwe stof krijgt toegevoerd met het erin afstromende water. Zonder deze watertoevoer was het bekken in de meeste gevallen niet eens ontstaan. Indien de toevoer van stoffen de afvoer overtreft, hetgeen bij vijvers en meren veelal het geval zal zijn, kan het bekken op de lange duur geheel verlanden. Voor rivieren, die uiteindelijk hun stofflast in zee kunnen kwijtraken, geldt dit niet, en evenmin voor sommige baaien en estuaria waarin het geulenstelsel zich zeewaarts verdiept, zodat het overschot aan materiaal daarheen kan worden afgevoerd. Sommige estuaria en baaien kunnen op de duur desondanks verlanden door verzanden en aanslibben; de wordingsgeschiedenis van Nederland kent hier vele voorbeelden van.

Waterkwaliteitsbeheer en saneringsbeleid in het Deltagebied

Bij de zorg voor goed water en een goed natuurlijk milieu in het zuidwestelijk deel van Nederland vormen de waterkwaliteit van de zee en van de rivieren Rijn, Maas en Schelde alsmede de belasting met afvalwater, vervuild polderwater en vervuilde watergangen nu en in de toekomst een ernstige bron van zorg. In verband hiermede werd bij de beschikking van de Minister van Verkeer en Waterstaat van 2 februari 1973 de werkgroep 'Sanering zuidelijk Deltabekken en Westerschelde' ingesteld. De daarbij aan de werkgroep opgedragen taak werd als volgt omschreven: 'De bestudering van het vraagstuk van de verontreiniging van de zuidelijke Deltawateren, omvattende de inventarisatie van de bestaande afvalwaterlozingen, het verkrijgen van een inzicht in de aard en de omvang van de verontreinigingsbronnen en, rekening houdende met de verkregen gegevens en inzichten, het aangeven van richtlijnen omtrent de meest efficiënte wijze van handelen, teneinde deze wateren te saneren. Daarbij dient rekening te worden gehouden met de in de toekomst in dit gebied te verwachten ontwikkelingen'. De verslaggeving van de verrichte werkzaamheden bevindt zich thans in een vergevorderd stadium.

In dit artikel wordt een aantal hoofdlijnen van het waterkwaliteitsbeheer en saneringsbeleid weergegeven. Voorts wordt nader ingegaan op de problematiek van belasting met brak water, voedingsstoffen en toxische stoffen.

Waterkwaliteitsbeheer

De waterkwaliteit bepaalt in sterke mate de waarde van een oppervlaktewater zowel uit een oogpunt van gebruiksmogelijkheden als

van milieu in eigenlijke zin. De waterkwaliteit in een bekken is in het algemeen afhankelijk van de kwaliteit en kwantiteit van het in en uit te laten water, het verontreinigingsniveau van lokale belastingen zoals huishoudelijk of industrieel afvalwater, vervuild polderwater en vervuilde watergangen en anderzijds van de in het bekken optredende zelfreinigingsprocessen. Treden in een bekken zeer lange verblijftijden op dan zal ook het resultaat van de zelfreinigingsprocessen verbeteren en zal de waterkwaliteit in het bekken in vele opzichten minder afhankelijk worden van de kwaliteit van het in te laten water.

Het is uit het voorgaande duidelijk, dat het accent bij het waterkwaliteitsbeheer van afgesloten bekkens in het Deltagebied komt te liggen op zelfreiniging en niet op verversing. Een langere verblijftijd heeft ook in hydrobiologisch opzicht grote voordelen: de aanwezige groepen organismen hebben dan meer tijd beschikbaar om levenscyclus in het bekken te doorlopen, zodat in het bekken eigen populaties ontstaan die onafhankelijk zijn van de aanvoer van plantaardige en dierlijke organismen in het in te laten water.

Zelfreiniging voltrekt zich door middel van verschillende processen. De kwaliteitsverbetering die er het gevolg van is komt tot uitdrukking in verscheidene parameters. Voor parameters als het biochemisch zuurstofverbruik (BOD of BZV), het reuk- en smaakgetal, de kleur, de ammonium en de fenolen zal een lagere waarde worden waargenomen, die in meerdere of mindere mate verklaard kan worden door bacteriologische processen; voorts ontstaan verbeteringen door het ontwijken van opgeloste gassen en vluchtige stoffen naar de atmosfeer. Voor het grootste

deel komt de zelfreiniging echter tot stand via sedimentatie met als gevolg accumulatie van aan slib gebonden stoffen in de bodem. Voor een deel van deze stoffen is het niet uitgesloten, dat ze via bacteriën en bodem-organismen opgenomen zullen worden in de voedselketen.

Het is duidelijk dat over het gehele bekken gerekend de belasting aan stoffen die opgenomen worden in de voedselketen, bij een gering inlaatdebiet afneemt. De accumulatie van toxische stoffen en metalen in bodemslib en organismen wordt aldus sterk afgeremd. Bij een lange verblijftijd zal de invloed van de kwaliteit van het inlaatwater afnemen, maar daarnaast de invloed van de lokale belastingsbronnen op de waterkwaliteit van het bekken toenemen (fig. 1). Voor de bescherming van een goed aquatisch milieu in het bekken moet dus gestreefd worden naar beperking van de hoeveelheid in te laten water, en naar beperking van de lokale belasting met verontreinigingen.

Sanering

De tot dusver verschenen saneringsrapporten die voor een aantal rijkswateren in Nederland zijn opgemaakt, hadden in hoofdzaak betrekking op oppervlaktewateren die reeds in belangrijke mate verontreinigd waren. Soms waren die wateren in hygiënisch-esthetisch opzicht aangetast, soms had de verontreiniging zelfs een zodanige omvang aangenomen, dat door het optreden van stank van hinder of overlast kon worden gesproken. Weer andere wateren verkeerden in een toestand die ze minder bruikbaar maakte als grondstof voor de bereiding van drinkwater. Ook was menig water ongeschikt als levensmilieu voor aquatische organismen.

Bij het opstellen van de te treffen saneringsmaatregelen stond in die gevallen steeds als doel voorop: te verzekeren dat het oppervlaktewater ten dienste van de mens zou kunnen worden gebruikt, wat dan meteen inhield dat onder alle omstandigheden een redelijke visstand was verzekerd. Deze saneringsplannen omvatten dan een pakket van technische maatregelen om de vereiste verbetering te bereiken.

In tegenstelling tot de hierboven bedoelde rijkswateren verkeert het zuidelijk Deltabekken in de unieke positie dat de huidige kwaliteit ervan in grote delen zeer goed is. Het water veroorzaakt hinder noch overlast en het is zeer geschikt voor het vervullen van een aantal functies ten behoeve van de

mens. De goede kwaliteit is mede een gevolg van de gewijzigde situatie na de voltooiing van de eerste fase van de Deltawerken, te weten de afsluiting van Volkerak en Haringvliet. Vooral de huidige kwaliteit van de Oosterschelde en het Grevelingenmeer is in ecologisch opzicht zeer goed; Veerse Meer, Keeten, Krammer en Volkerak bevatten water van een in ecologisch opzicht mindere kwaliteit, maar in milieu-hygiënisch opzicht is ook dit water voor de mens aanvaardbaar. Alleen in het oostelijk deel van de Westerschelde vindt men water van minder goede tot slechte kwaliteit terwijl het water in bacteriologisch opzicht te wensen overlaat in het westelijk deel langs de oevers. Toenemende recreatiedruk, urbanisatie, industrialisatie en infra-structurele veranderingen in het Deltagebied maken bescherming van het aquatisch milieu noodzakelijk.

De eventuele afsluiting van de Oosterschelde of onderdelen daarvan zou een plotselinge verandering betekenen, die ingrijpt in de oorspronkelijke levensomstandigheden van nagenoeg alle organismen in het open estuarium. Na deze eenmalige schok zou in het dan gevormde bekken een aquatisch milieu ontstaan waar zich tijdens de herstelperiode nieuwe verhoudingen tussen de elementen van flora en fauna gaan instellen; een dergelijke ontwikkeling is thans gaande in het zoute afgesloten Grevelingenbekken.

In deze periode van herstel zal men continu optredende storingen zoals lozingen van ongezuiverd huishoudelijk of industrieel afvalwater, vervuild polderwater of afstromende vervuilde watergangen en extra hoeveelheden verversingswater zoveel mogelijk dienen te elimineren.

Voorlopige voortzetting van bestaande lozingen na een eventuele afsluiting van de Oosterschelde zou het aquatisch milieu van het zuidelijk Deltabekken in ongunstige zin beïnvloeden.

Afgesloten meren functioneren namelijk in tegenstelling tot open getijdewateren of rivieren als accumulatoren van verontreinigingen. Wanneer achteraf saneringsmaatregelen worden uitgevoerd, dan hebben deze verontreinigingen zich toch al in het bodemslib opgehoopt en blijven ze het water vanuit het verontreinigde bodemslib nog lange tijd in ongunstige zin beïnvloeden. Het herstel van deze negatieve beïnvloeding zal zich, voorzover het al mogelijk is, slechts langzaam manifesteren.

De sanering van het zuidelijk Deltabekken en Westerschelde is derhalve gebonden aan vier voorwaarden, te weten:

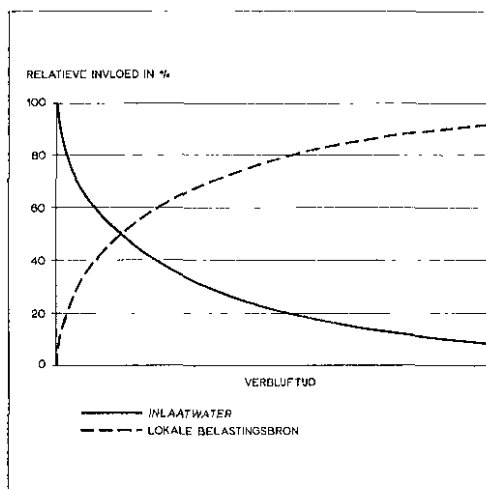


Fig. 1. Relatieve invloed van het inlaatwater en de lokale belastingbronnen op de kwaliteit van het water in het bekken als functie van de verblijftijd

Bescherming van de huidige kwaliteit van de zuidelijke Deltawateren; bescherming van het aquatisch milieu tijdens de herstelperiode na een eventuele afsluiting en bescherming van de kwaliteit van de Deltawateren op lange termijn; sanering van de wateren die op de zuidelijke Deltawateren afwateren; en verbetering van de waterkwaliteit van de Westerschelde in samenwerking met België.

Algemeen uitgangspunt van het saneringsbeleid in het zuidelijk Deltabekken is de gedachte, dat gestreefd moet worden naar het scheppen van een zo goed mogelijk aquatisch milieu in relatie tot de nader te bepalen bestemmingen, en wel zo dat producenten (planten), consumenten (dieren) en destruenten (bacteriën) goede levensvoorwaarden hebben en op efficiënte wijze hun functie binnen het systeem kunnen uitoefenen.

Bij het formuleren van doelstellingen en richtlijnen kan onderscheid gemaakt worden tussen drie mogelijke typen van bekkens, te weten een zout getijdewater, een zout semi-stagnant water en een zoet semi-stagnant water. Tevens moet rekening worden gehouden met de verschillende functies die de Deltawateren zouden kunnen vervullen in de waterhuishouding van zuid-west Nederland; te denken valt aan scheepvaart, huishoudelijke en industriële watervoorziening, koelwatervoorziening ten behoeve van elektriciteitscentrales en industrieën, agrarische watervoorziening, recreatie, zowel op, aan, als in het water, natuurbehoud en visserij. De eisen die men aan de verschillende wateren denkt te stellen zullen doorgaans afhangen van de functies van deze wateren, met de daaraan verbonden risicofactoren. In de praktijk zal dit voor de Deltawateren kun-

nen betekenen dat men met betrekking tot het kwaliteitsbeheer één algemene doelstelling hanteert, die al naar de omstandigheden wordt toegepast met de nodige variaties doch bij de uitvoering het accent legt op de prioriteiten. De hoogste prioriteit zou dan moeten worden gegeven aan wateren met functies ten behoeve van recreatie, natuurbehoud en of watervoorziening, zoals het Grevelingenmeer, het eventuele toekomstige Zeeuwse Meer en het Veerse Meer. In het oostelijk deel van het Zeeuwse Meer en het Veerse Meer zal echter ook de scheepvaart betekenis hebben,

Belasting met brak water

Behalve van verontreinigingen die nauw samenhangen met de activiteiten van de mens in dit gebied, is de belasting met brak water vooral afkomstig van het door de polders geloosde water, dat een aanzienlijke hoeveelheid opgeloste zouten bevat. Na de vorming van zoete meren of zoete compartimenten zullen de daaraan gelegen brakke gebieden gaan verzoeten, waardoor het chloridegehalte in het geloosde water af zal nemen. Maar dit is een proces dat zeer langzaam verloopt, en het effect ervan zal dan ook pas op langere termijn zichtbaar worden.

Op het Veerse Meer, het Grevelingenmeer en het eventueel toekomstige Zeeuwse Meer wordt via gemalen en suatiesluizen het overloftige oppervlaktewater geloosd van 200 000 ha polders en hoge gronden.

Lozing van brak water zou op een zoet meer verzilting en op een zout meer verzoeting tot gevolg hebben. In beide gevallen zou de dominerende ecologische factor, het zoutgehalte, afhankelijk van de hydrometeorolo-

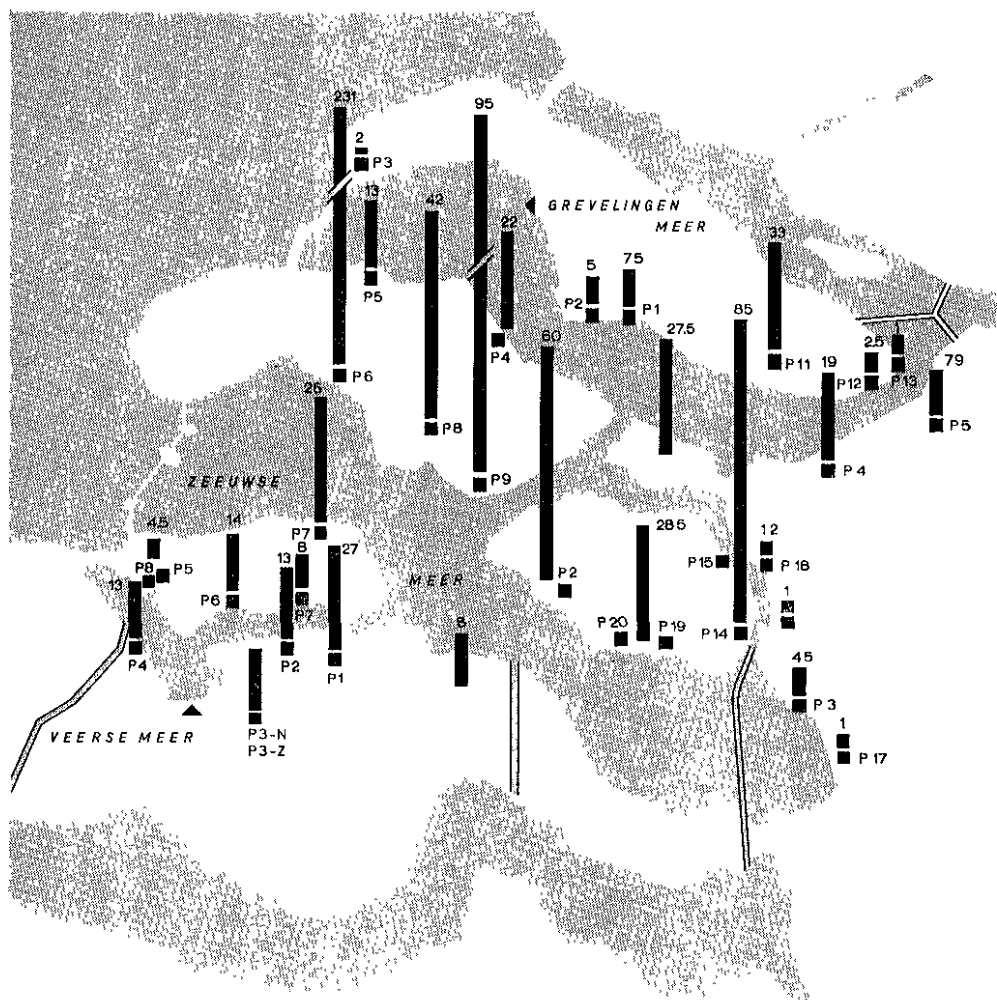
gische omstandigheden sterke variaties gaan vertonen. Het is daarbij onvermijdelijk dat dan in het gehele bekken een in hydrobiologisch opzicht belangrijke grens van 16 000 mg Cl/l in zout water en 300 mg Cl/l in zoet water wordt onderschreden, dan wel overschreden. Zowel de variaties van korte duur als de veranderingen op lange termijn hebben nadelige gevolgen voor de bestaande levensgemeenschappen.

Met name de soortenrijkdom en de stabiliteit van het aquatisch milieu zullen er ernstig onder lijden. Bovendien zullen in een verziltend zoet meer de gebruiksmogelijkheden van het water sterk teruglopen.

De nadelige effecten van de lozingen van brak water zijn in beginsel wel tegen te gaan met verversing van de bekkeninhoud met een overvloed van zoet water. Het is echter denk-

Fig. 2 Zoutbelasting op het Grevelingenmeer, het Zeeuwse en het Veerse Meer in 1972, uitgedrukt in duizenden tonnen

Fig. 3 Fosfaatbelasting op het Grevelingenmeer, het Zeeuwse en het Veerse Meer in 1972, uitgedrukt in tonnen



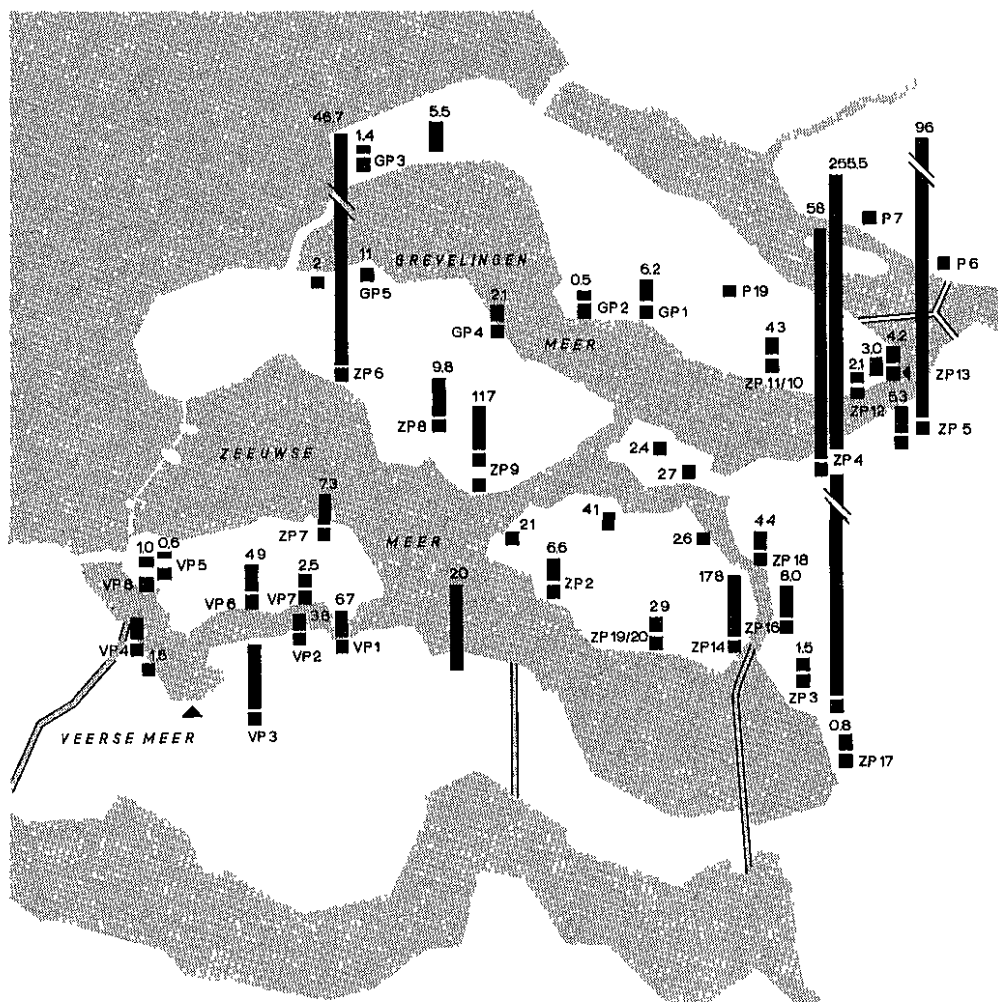
baar dat er onvoldoende doorspoelwater beschikbaar zal zijn. Bovendien laat de kwaliteit ervan te wensen over, zodat de vergroting van het inlaatdebiet enerzijds betaald moet worden met een verkorting van de verblijftijd en daarmee een vermindering van de zelfreiniging, anderzijds met een toenemende belasting aan verontreinigingen. Bovendien zal een doorspoelingsstelsel bij voorbaat de mogelijkheid verminderen van selectieve inlaat op grond van kwaliteitscriteria. Zo'n oplossing is dus in strijd met de grondbeginselen van het saneringsbeleid. De enige juiste oplossing voor deze problemen is het afleiden van een aantal onaanvaardbare lozingen van brak water naar wateren met een betere opnamecapaciteit voor brak water. Een aantal van zulke afleidingen zijn inmiddels met overheidssubsidie gerealiseerd.

Nutriëntenbelasting

Het ziet er naar uit dat de trofiegraad in de toekomst wellicht bepalend zal zijn voor de kwaliteit van het aquatisch milieu in het zuidelijk Deltabekken. Een omschrijving van het eutrofiëringsproces, de symptomen en de consequenties vindt men in Berichten 55 (februari 1971) en 67 (februari 1974).

Daar wordt onder meer duidelijk gemaakt dat het eutrofiëringsproces direct afhankelijk is van het lichtklimaat in het water en van de beschikbare hoeveelheid voedingsstoffen of nutriënten. Die stof waarvan de concentratie het dichtst gelegen is bij een kritisch minimum vormt de beperkende factor. De toevoer van deze nutriënt bepaalt in hoge mate de primaire productie van organismen.

In dit artikel gaan we er, zonder de argu-



menten die men daarvoor aanvoert te bespreken, vanuit dat fosfor in het zoete zuidelijke Deltabekken de beperkende doch ook de meest beheersbare nutriënt zal zijn. In het algemeen kan gesteld worden dat voor 0,01 tot 1 mg fosfor per liter en voor 0,1 tot 15 mg stikstof per liter de omvang van de eutrofiëringsverschijnselen een functie is van de concentratie aan nutriënten. Mede gezien de te verwachten fosforconcentratie in het eventueel toekomstige zoete Zeeuwse Meer zal elke vermindering van de fosforbelasting dan ook een vermindering van de eutrofiëring tot gevolg hebben. In tegenstelling tot zoete wateren is er met betrekking tot de eutrofiëring en de groei beperkende factoren in zoute wateren weinig algemene informatie beschikbaar.

Uit onderzoek van het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek en de Deltadienst blijkt dat anorganische stikstof zowel in het zoete Grevelingenmeer als in het brakke Veerse Meer in het voorjaar en de zomer nagenoeg afwezig is. Fosfor lijkt daar-entegen in overmaat aanwezig. In beide meren is het niet uitgesloten dat silicium groei beperkend is voor diatomeeën, die zich voornamelijk in het vroege voorjaar ontwikkelen. In de Westerschelde lijkt het op grond van onderzoeksresultaten niet waarschijnlijk dat stikstof een groei beperkende rol speelt. De situatie is in het kustwater voor wat betreft de groei beperkende invloed van stikstof of fosfor erg gecompliceerd.

Het lijkt vooralsnog niet mogelijk hierover met enige zekerheid een uitspraak te doen. Wel is het zeer waarschijnlijk dat silicium tijdens de opbloei van diatomeeën een groei beperkende rol speelt in het kustwater en in de Oosterschelde.

De belasting met toxische stoffen

Toxische stoffen kunnen in biologisch opzicht worden verdeeld in niet accumulerende en accumulerende. Onder niet accumulerende toxische stoffen worden verbindingen verstaan die in een bepaalde concentratie en bij een zekere expositietijd schadelijke effecten veroorzaken in organismen, maar waarvan de gevolgen dus in geen oorzakelijk verband staan met accumulatie op langere termijn of via voedselketens. Deze stoffen oefenen hun werking doorgaans uit in opgeloste toestand; als voorbeelden kunnen genoemd worden: ammoniak, zwavelwaterstof en de groep cyaniden. Hun toxische werking kan worden beïnvloed door andere waterkwaliteitsparameters als zuurgraad, tempera-

tuur en hardheid. Voor een beoordeling of een voorspelling van hun effect zijn maximaal toelaatbare concentraties in het water maatgevend. Daarbij dient rekening te worden gehouden met eventuele andere toxische stoffen in het oppervlaktewater. Het is mogelijk dat de gezondheidsschadelijke effecten van verschillende stoffen cumulatief werken, of elkaar zelfs versterken. In beide gevallen kunnen minder dan dodelijke concentraties van deze stoffen dodelijke gevolgen hebben. Onder accumulerende toxische stoffen worden verbindingen verstaan die onder bepaalde omstandigheden schadelijke effecten veroorzaken in organismen. Hun schadelijkheid wordt niet alleen veroorzaakt door hun concentratie in het water en de expositieduur, maar ook door hun accumulerende eigenschappen, die bepaald worden door hun oplosbaarheid in vet. De accumulatie geschiedt hetzij direct, hetzij via een voedselketen.

Accumulerende gifstoffen bevinden zich in het algemeen slechts korte tijd in het water, aangezien zij snel door organisch materiaal in het bodemslib – plankton en andere aquatische organismen – uit het water opgenomen worden. Als voorbeelden van deze groep toxica kunnen worden genoemd een groot aantal pesticiden waaronder DDT, en zware metalen waaronder kwik. De toxische werking op korte termijn van deze stoffen kan op zichzelf al zeer sterk zijn. Ze wordt door de genoemde accumulatieverschijnselen nog zeer versterkt.

Minder dan dodelijke concentraties in het oppervlaktewater kunnen derhalve met vrij grote zekerheid leiden tot dodelijke uitwerking op de lange duur. Daarom is voor deze groep stoffen vooral de totaal in het aquatisch milieu aanwezige hoeveelheid van belang. Het behoort tot het saneringsbeleid, de belasting met deze stoffen zoveel mogelijk tegen te gaan. Deze belasting is voornamelijk afkomstig van lokale lozingen van industrieel afvalwater en het in te laten water.

Beperkingen van de belasting door industrieën kan geschieden middels interne saneringsmaatregelen en door stringente bepalingen op te nemen in de lozingsvergunningen. Wil men de belasting via het in te laten water beperken, dan zal men voorlopig aangewezen zijn op maatregelen als bijvoorbeeld het minimaliseren van het inlaatdebiet.

Op lange termijn echter zal beperking van de belasting via het inlaatwater gezocht moeten worden in sanering van het stroomgebied van de grote rivieren en rechtstreekse lozingen in

het kustwater. Enig optimisme in dezen is wel gerechtvaardigd: tijdens de ministersconferentie over bescherming van de Rijn tegen verontreiniging op 4 en 5 december 1973 te Bonn hebben de ministers onder meer de zogenaamde zwarte, grijze en beige lijsten goedgekeurd. In deze lijsten worden respectievelijk de stoffen opgesomd waarvan het lozen dient te worden verboden, beperkt of aan bepaalde voorwaarden onderworpen. In de zwarte en grijze lijsten zijn met name bovenvermelde toxische stoffen opgenomen.

Samenvatting

Op grond van de hierboven besproken principes zullen richtlijnen worden opgesteld waarbij het optimaal functioneren van het aquatisch milieu in het zuidelijk Deltabekken en de Westerschelde centraal staat. In praktisch opzicht houdt dit in dat voor beide wateren gestreefd moet worden naar een zo groot mogelijke vermindering van de lokale belasting met verontreinigingen. Mede in verband met het specifieke karakter van de sanering van het zuidelijk Deltabekken zal onderscheid gemaakt worden tussen verschillende categorieën richtlijnen. Afzonderlijke richtlijnen zullen gelden ten aanzien van de lozing van huishoudelijk afvalwater, van industrieel afvalwater, en van belangrijk verontreinigde watergangen. Daarnaast zijn specifieke richtlijnen te verwachten ter beperking van de belasting met verontreinigingen vanuit de agrarische sector, vanaf beroeps- en pleziervaartuigen, en vanuit het inlaatwater. In dit artikel gaan we op de uitwerking van de verschillende richtlijnen niet in.

We volstaan met het uitspreken van de verwachting dat een saneringsbeleid, gerelateerd aan een waterkwaliteitsbeheer dat gebaseerd is op wetenschappelijk gefundeerde criteria, een grote bijdrage zal kunnen leveren in het tegengaan van negatieve en het stimuleren van positieve ontwikkelingen in het aquatisch milieu van zuidwest Nederland.

Bijlagen van de tekst van het communiqué dat gepubliceerd is na afloop van de te Bonn op 4 en 5 december jl. gehouden Ministeriële Conferentie over de verontreiniging van de Rijn

Stoffen, waarvan de lozing in de wateren van het Rijnbekken de volksgezondheid kan beïnvloeden of een gevaar daarvoor kan opleveren

(Niet-limitatieve lijsten welke periodiek herziening behoeven)

Lijst I (zwarte lijst)

De zwarte lijst omvat de volgende stoffen:

Organische halogeenverbindingen, organische siliciumverbindingen, welke zodanige stoffen in het water kunnen doen ontstaan, organische fosfor- en tinverbindingen (pesticiden), met uitzondering van die welke zich snel in het water in biologisch onschadelijke stoffen omzetten.

Stoffen waarvan de kankerverwekkende aard wetenschappelijk is erkend.

Kwikzilver, cadmium en verbindingen van deze metalen.

Lijst II (grijze lijst)

De lozing van de volgende stoffen in de wateren van het Rijnbekken dient streng te worden beperkt:

Stoffen, welke een slechte smaak en een slechte reuk kunnen veroorzaken zomede verbindingen, welke tot de vorming van zodanige stoffen in het water kunnen leiden. Minerale oliën.

Metalen, metalloïden en hun verbindingen, zoals:

zink	seleen	tin	vanadium
koper	arseen	barium	
nikkel	antimoon	beryllium	
chromium	molybdeen	borium	
lood	titaan	uraan	

- Cyaniden en fluoriden.
- Biociden en hun derivaten, voor zover zij niet onder de bepalingen van lijst I vallen.

Lijst III (beige lijst)

Stoffen welke nadelige veranderingen in het water teweeg brengen en voor welke het noodzakelijk is, de ontwikkeling zeer opletend te volgen en het gehalte langzamerhand te verminderen.

- Stoffen welke de zuurstofhuishouding beïnvloeden: Ammoniak, nitrieten.
- Nitraten.
- Stoffen, welke bij intensief gebruik in staat zijn de kwaliteit en het benutten van het water, waarin zij worden toegevoerd, ernstig in gevaar te brengen: Calcium- en magnesiumsulfaat, calcium- en magnesiumchloride, fosfaten.

De Deltawerken zijn oorzaak van tal van veranderingen in de natuurwaarden in het gebied der vroegere zeegaten; natuurwaarden die zijn ontstaan door een samenspel van menselijke activiteiten en spontane ontwikkelingen.

Het Aardbeienelland, spontane ontwikkeling in een veranderend milieu

Menselijke ingrepen in de vorm van kust-verdedigings- en landaanwinningswerkzaamheden beïnvloedden ook vroeger de aanwezige natuurwaarden. Men was zich daarvan nauwelijks bewust; men had in de strijd om het bestaan trouwens wel andere dingen aan het hoofd. Bovendien herstelde de natuur zich na kortere of langere tijd van elke ingreep, doordat de nieuwe situatie aanleiding gaf tot spontane ontwikkelingen waarbij de levende en levenloze natuur weer nieuwe, vergelijkbare natuurwaarden voortbrachten. De werken waren doorgaans kleinschalig en van niet meer dan lokale betekenis.

Door de Deltawerken is een deel van de estuaria thans reeds buiten invloed van het getij en het zeewater komen te liggen, waardoor oorspronkelijke natuurwaarden voor een deel verloren zijn gegaan. Tegelijkertijd echter ontstaat er op de droogvallende zandplaten en oeverlanden een geheel nieuwe situatie met vele mogelijkheden.

Hoewel het wegvallen van hoog gewaardeerde estuarine milieus te betreuren valt, dient men zich te realiseren, dat tegelijkertijd ook nieuwe ontwikkelingsmogelijkheden ontstaan. De levensomstandigheden in het water en op het land veranderen, hetgeen veelal een verarming maar soms ook een verrijking kan inhouden. Of dit laatste het geval kan zijn hangt in sterke mate af van het te voeren beleid en de wijze van inrichten en beheren. Omdat er na het wegvallen van de getijbeweging en de invloed van het zeewater nieuwe mogelijkheden ontstaan gaat het keuze-element een belangrijker rol spelen; de nieuwe natuurwaarden zijn in belangrijke mate afhankelijk van de wijze waarop men de natuurlijke hulpbronnen benut. Geschiedt dit

minder dan optimaal, dan moet men stellig achteruitgang van de natuurwaarden tegemoet zien.

Een optimaal beleid zal gedragen moeten worden door de volgende drie uitgangspunten: Ten eerste: De landschapsvorming moet zo natuurlijk mogelijk zijn en aansluiten op de mogelijkheden.

Ten tweede: Men moet er naar streven zoveel mogelijk zelfregulerende systemen tot ontwikkeling te laten komen. En tenslotte: Het landschap zal bruikbaar moeten zijn voor verschillende functies. Dit kan leiden tot functieverdeling. Hierbij moet men in de eerste plaats uitgaan van de mogelijkheden die het landschap biedt en daarbij de eisen en wensen uit de maatschappij zo goed mogelijk aanpassen.

Meer in het bijzonder houdt dit in, dat men na het wegvallen van de getijbeweging en de invloed van het zeewater gebruik maakt van de waardevolle milieu-variatie die men aantreft, deze behoudt en tot verdere ontwikkeling brengt. Men zal gebruik kunnen maken van de verschillende landschappelijke patronen en processen waaruit een zo natuurlijk mogelijk nieuw karakteristiek landschap kan ontstaan. Tevens zal men streven naar maximale diversiteit in abiotische en biotische zin door in principe gebruik te maken van de natuurlijke variatie in ruimte en tijd en de spontane ontwikkelingsmogelijkheden. Tenslotte zal men de mens invoegen naar draagkracht van het gebied.

De natuurwaarden die men aldus verkrijgt zullen dus in belangrijke mate afhankelijk zijn van de wijze waarop men de natuur en haar hulpbronnen gebruikt. Vandaar de algemene stelregel:

maak bij de inrichting en het beheer gebruik van de mogelijkheden van het terrein en de spontane ontwikkeling om te komen tot een nieuw hoog te waarderen milieu; langs deze weg is het onder andere mogelijk dat hetzelfde gebied een grotere diversiteit krijgt dan het voorheen onder getij-omstandigheden had. Maar wat moet men doen om de mogelijkheden van spontane ontwikkeling goed te benutten? Hoe en wanneer ontstaan de nieuwe natuurwaarden? Krijgt men wel hogere natuurwaarden als men iets doet of nalaat? Dit soort vragen vormen onderwerpen van studie van de afdeling Milieu-Onderzoek van de Deltadienst. In het kader van deze studies is in 1973 een onderzoek uitgevoerd naar de vegetatie van het Aardbeieneiland, een zandplaat waarop sinds de afsluiting van het Veerse Meer in 1961 een vrijwel spontane ontwikkeling heeft plaats gevonden.

Het Aardbeieneiland

Het Aardbeieneiland is ongeveer 4,7 ha groot. Het hoogste punt ligt op N.A.P. + 45 cm. De lengte-as van het eiland is 375 m lang en loopt in Noord-Zuid richting. De grootste breedte van het eiland bedraagt 150 m. Het eiland wordt omgeven door een brede ondiepe vooroever. Er is geen oeververdediging aangebracht. Het meerwater rondom het eiland is brak, het chloridegehalte varieert van 10-15 ‰ Cl.

Het waterpeil ligt 's winters op N.A.P. - 70 cm en van april tot november ongeveer op N.A.P.

De bodem is zeer homogeen van samenstelling; hij bestaat uit voedselarm, kalkrijk zand met een zeer gering lutumgehalte. De aëratie-

grens ligt op 80 cm. Op deze zandige bodem wordt thans een humuslaagje gevormd. Sinds de afsluiting in 1961 hebben op het eiland spontane ontwikkelingen plaatsgevonden. Er is zand verstoven en elders weer afgezet; het zoute zand is ontzilt; de bodem is gerijpt en de vegetatie heeft een bepaalde successie doorlopen. De algemene aanblik van het eiland wordt in 1973 bepaald door een wilgenstruweel van 4 tot 7 m hoog en een rietzoom langs grote delen van de oever. De zoetwatervegetatie kon ontstaan dank zij een zoetwaterbel die zich na de afsluiting ontwikkelde. De grens met het zoute water bevindt zich momenteel onder het eiland op 4 tot 5 m beneden N.A.P.

Het vermoeden bestaat dat de zoetwaterlens zich pas enige jaren na de afsluiting kon beginnen te ontwikkelen, aangezien de

Fig. 1. Situatie van het Aardbeieneiland in het Veerse Meer

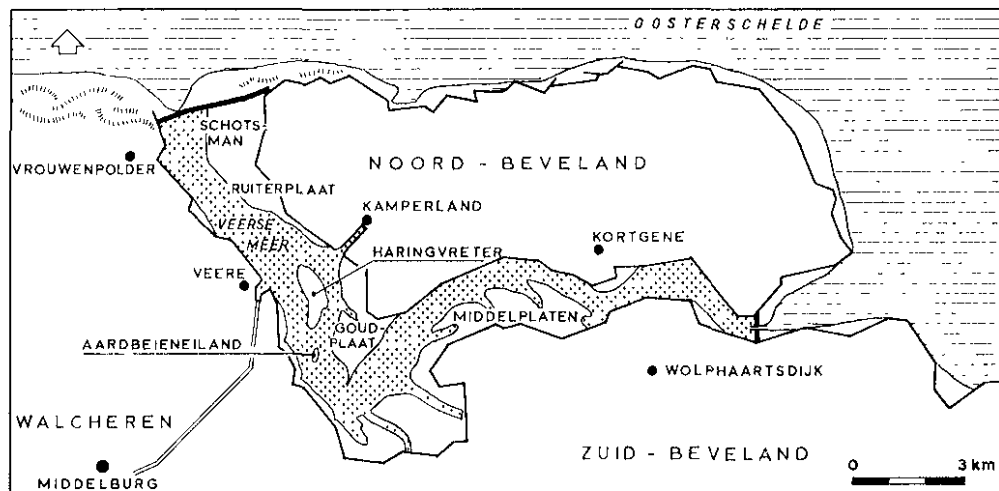
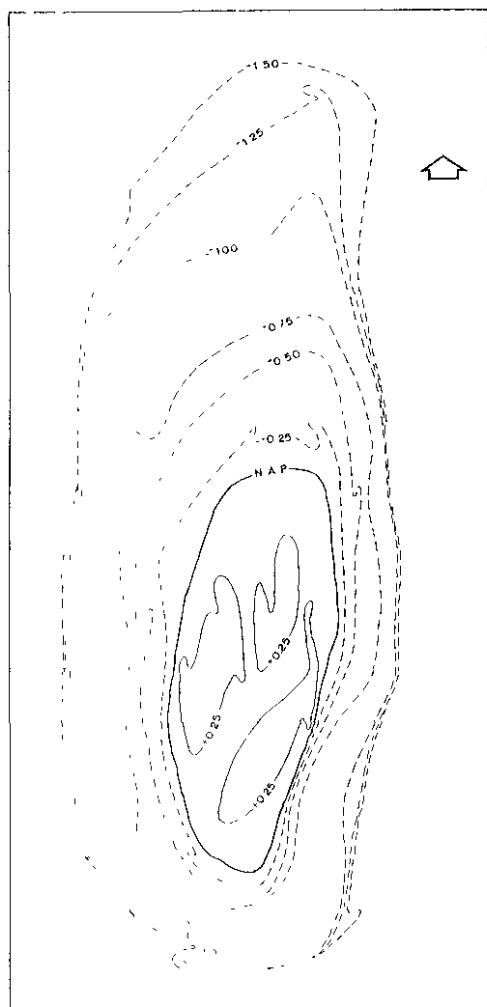


Fig. 2. Hoogtekaart van het Aardbeieneiland



ontzilt van dit soort lage platen aanvankelijk slechts zeer langzaam verloopt. De ontziltingssnelheid is natuurlijk vergroot, doordat na de afsluiting ieder jaar een winterpeil van N.A.P. - 70 cm wordt nagestreefd. Bezielt men de vegetatie na 13 jaar ontwikkeling dan valt direct op, dat ondanks de ogenschijnlijke geringe milieu-variatie toch reeds duidelijke differentiatie in de vegetatie is opgetreden, die tot uitdrukking komt in grovere en fijnere vegetatiepatronen. De differentiatie in de vegetatie ontstaat door factoren van fysisch-chemische en biologische aard zoals brak meerwater, wind, minieme verschillen in zoutgehalte, vochthuishouding en bodemsamenstelling, en verder door factoren van plantaardige, dierlijke en menselijke oorsprong.

Voor de vegetatie geldt dat kleine verschillen in milieu grote gevolgen kunnen hebben. Hierna zullen enkele van de milieu-differentiërende factoren nader worden toegelicht. Door het wegvallen van het getij is de *invloed van het omringende water* op het eiland aanzienlijk verminderd. Hierdoor kon ontziltion optreden van het centrum uit naar de randen van het eiland. In de loop van de tijd vormde zich een zoetwaterlens onder het eiland; thans is die laag 4-5 m dik. Het ligt voor de hand dat de invloed van het zoute meerwater op de oevers van het eiland het grootst is. De ontziltingssnelheid verschilt van plaats tot plaats en daar zijn nu nog sporen van terug te vinden in de vegetatie. Door golfslag en stroming ontstonden langs de oevers plaatselijk steile randen. Hierop vestigde zich een specifieke vegetatie, die zich voor een belangrijk deel handhaaft. Het geërodeerde materiaal werd meestal op betrekkelijk korte afstand gedeponeerd, waardoor een lichtglooiende vooroever ontstond. Elders langs de oever en vooral op de noordelijke en zuidelijke koppen ontstonden lage 'oeverwallekes' die een achterliggend deel van het eiland afsloten van het meer. Door overslaande golven en door spat- en stuifwater ontstonden hier drasse zilde delen, waarin zoutplanten nog een geschikt milieu vinden.

Het water voert ook diasporaen aan. Dit zijn delen van planten die voor de voortplanting van de soort dienen, zoals zaden, wortelstokken, vruchten en takken. Doordat de kiemkracht van deze diasporaen tijdens het transport in het brakke meerwater kan worden aangetast, gaat van deze wijze van transport een selecterende werking uit. Enkele soorten die via het water verspreid kunnen worden zijn Riet, Fioringras, Scherpe boterbloem, Watermunt en Rode ganzevoet.

Het brakke meerwater is mede de oorzaak van de afwezigheid van zaadplanten in de ondiepe vooroever; het werkt tevens sterk selecterend op het ontstaan en het al of niet instandblijven van een rietkraag rond het eiland.

De wind nivelleerde aanvankelijk de oppervlaktevormen van de plaat doordat een deel van de bovengrond verstoof. Anderzijds zorgde de wind voor aanvoer van veel plantenzaden. De meeste samengesteld-bloemigen, zoals Aster, Kruiskruidsoorten, Margriet, Distelsoorten en Koninginnekruid, maar ook Wilgeroosje, Basterdwederiksoorten en bomen zoals Wilgen, Populieren, Berken, Essen en orchideeën zijn door de wind naar het eiland overgebracht. De overheersende windrichting heeft voor een deel een afvlak-

kende invloed gehad op de hoogtegroei van de vegetatie. Soorten die in de wind-schaduw stonden konden, profiterend van de luwte, iets hoger opschieten en op hun beurt weer beschutting verlenen aan andere planten. De microklimaatverschillen die hierdoor ontstonden hebben de differentiatie belangrijk bevorderd.

Hoewel bodemkundige verschillen in textuur, structuur en samenstelling door het bodemkundig onderzoek dat in 1973 door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders is uitgevoerd niet zijn aangetoond, blijkt de vegetatie toch op kleine verschillen te reageren, die bijvoorbeeld zijn ontstaan door verschillen in stikstofgehalte van de bodem, ontstaan in afhankelijkheid van de aanwezigheid van organismen die vrije stikstof uit de lucht

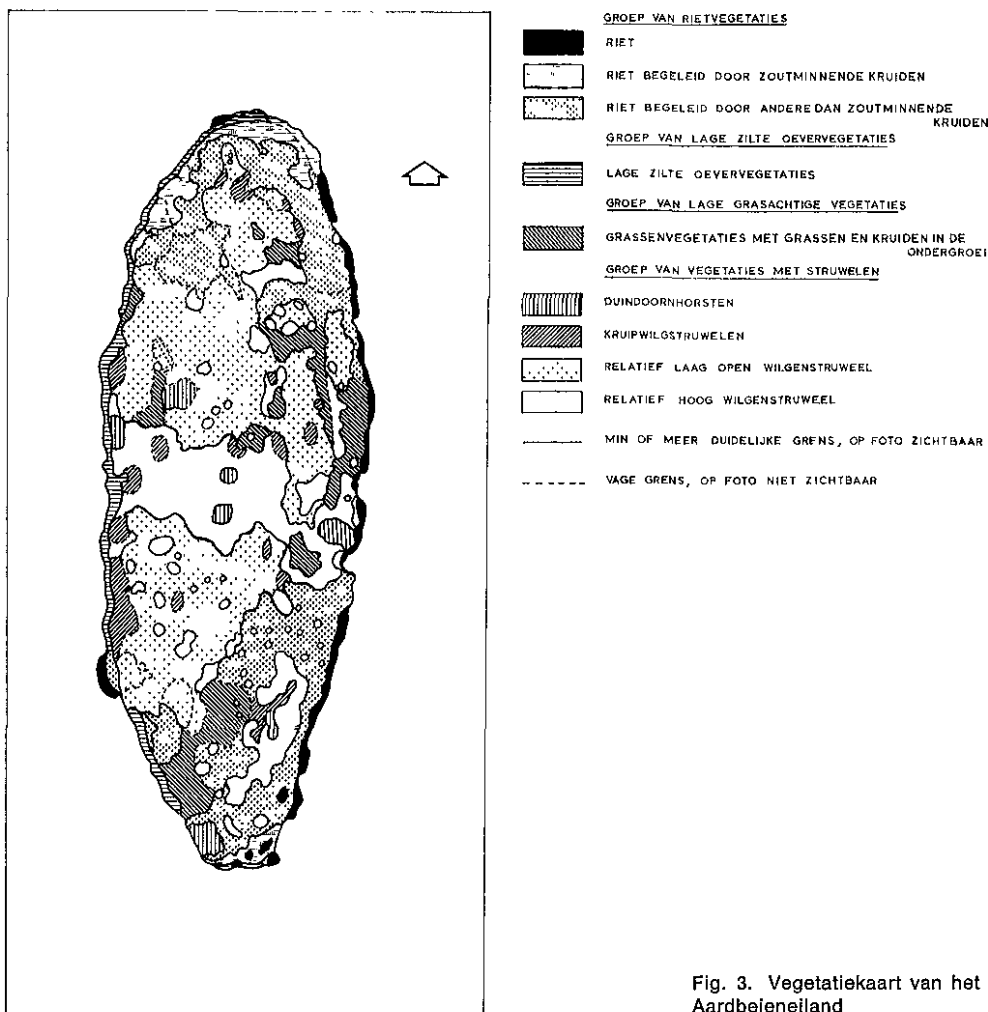


Fig. 3. Vegetatiekaart van het Aardbeieneiland

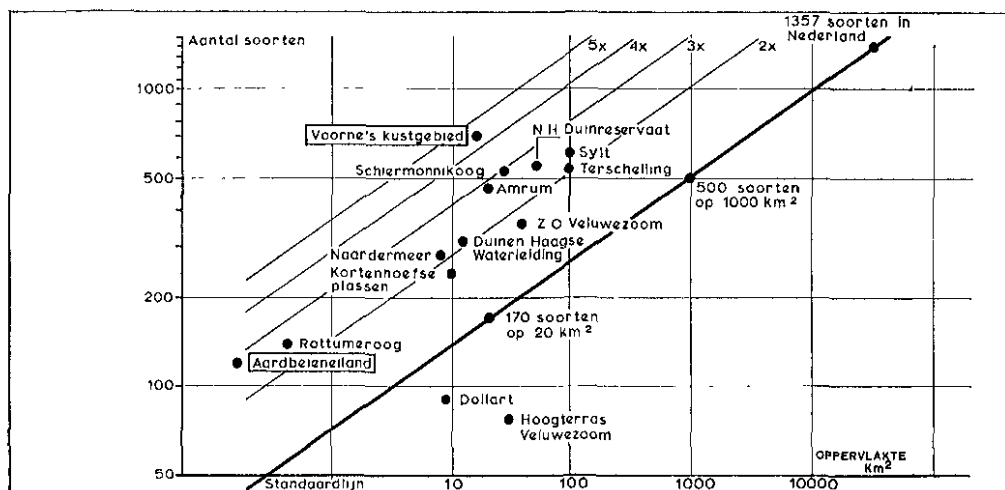


Fig. 4. De soortenrijkdom van verscheidene natuurgebieden vergeleken met de standaardlijn voor de soort-oppervlakterelatie in de Nederlandse flora (uit: 'Voorne in de branding', 1968)

De eerste pionierplanten geven buitendien beschutting aan soorten die zich in een later stadium vestigen. Naarmate de vegetatieontwikkeling verder gaat, zal concurrentie gaan optreden tussen planten of groepen planten. Diep wortelende planten zoals Duinriet kunnen zich tijdens een periode van relatieve droogte handhaven en zelfs uitbreiden ten koste van meer vochtminnende soorten als Riet. Houtige gewassen zijn op hun beurt weer in staat Duinriet te verdringen doordat ze een belangrijk deel van het licht wegvangen.

Na het ontstaan van struwelen en bossen kunnen sommige plantensoorten zich vestigen, die als typische bosplanten hun korte levenscyclus in het voorjaar voltooien, voordat de schaduw te groot is geworden.

kunnen binden of door verschillen in samenstelling van de humus. Daarnaast traden toch ook kleine verschillen op in zoutgehalte en vochthuishouding en in de mineralenrijkdom van de bodem. In het algemeen kan gesteld worden dat een voedselarm, doch kalkrijk milieu de uitgangssituatie vormde voor de nieuwe ontwikkelingen.

Aanspoelen van organisch materiaal of strooisel van gevestigde planten vormt een klembed voor diverse soorten en werkt bovendien mee aan de bodemvorming door de vorming van humus.

Planten als Duindoorn kunnen atmosferische stikstof in wortelknolletjes binden. Deze stikstof komt bij afsterven van de wortelknolletjes geleidelijk in voor planten opneembare vorm vrij, zodat andere plantensoorten ervan kunnen profiteren.

Een niet onbelangrijk deel van de aanwezige flora is aangevoerd of verspreid door dieren. Vooral vogels dragen plantendelen aan, hethij met hun veren of poten hetzij via hun uitwerpselen en kunnen zo één of meer voor een bepaald gebied nieuwe soorten introduceren. Vruchtdragende soorten als Aardbei, Meidoorn, Duindoorn en Bramen zijn zelfs grotendeels op deze verspreidingsvorm aangewezen. In mindere mate geldt dit ook voor Brunel, Strandzoutgras en Zeebies. Het aandeel van andere diergroepen bij de verspreiding van diasporen is aanzienlijk geringer dan dat van vogels. Plaatselijk kan door concentratie van uitwerpselen, bijv. op een slaapplek van duiven of spreeuwen, een stikstofminnende vegetatie opschieten. Van hun kant profiteren vogels en andere dieren ook van de nieuwe situatie, die voedsel, rust- en nestgelegenheid biedt (zie ook tabel I).

De invloed van de *mens* op het Aardbeien-eiland is relatief gering en zeker niet bepalend voor de ontwikkeling en hoedanigheid van de vegetatie. Door zijn minder gemakkelijke bereikbaarheid wordt het eiland weinig bezocht. De aanwezigheid van de mens blijft voornamelijk in betreding, waardoor het overgrote deel van de smalle, kronkelende paadjes is gevormd en waardoor er een betredingsgradiënt optreedt, die waardevol kan zijn omdat ze mede differentiërend kan werken op de vegetatie.

De aanwezigheid van de mens uit zich ook op minder gewenste manieren, door het deponeren van faecaliën, plastic zakken en andere ongerechtigheden, door vernielingen en het stoken van kampvuurtjes. De grootste concentratie van deze menselijke activiteiten op het eiland is te vinden in de nabijheid van enige plaatsen waar veelvuldig wordt aangelegd.

Een eveneens opvallend verschijnsel is de aanwezigheid van sommige tuinplanten, zoals *Maskerbloem*, *Brandende liefde* en *Tuinmargriet*, waarvan vermoed wordt dat de mens ze al dan niet met opzet heeft aangevoerd. Het veelvuldig voorkomen van de Tuinaardbei waaraan het eiland zijn naam ontleent, is echter naar alle waarschijnlijkheid niet aan de mens, maar aan vogels te danken.

Flora en vegetatie

In 1973 zijn op het Aardbeieneiland 126 soorten zaadplanten aangetroffen. Voor de oppervlakte van het eiland – 4,7 ha – is dit een niet gering aantal. Hieronder zijn 21 soorten houtige gewassen begrepen, waaronder de 10 wilgensoorten, die aspectbepalend voor het

eiland zijn. Behalve de wilgensoorten telde men onder de houtige gewassen nog Duindoorn, Meidoorn, Liguster, Es, Gelderse roos, Ruwe berk, drie soorten Populieren en enkele bramensoorten. De mossen zijn niet in de studie betrokken geweest. In de huidige vegetatie zijn op grond van in het veld duidelijk waarneembare verschillen enkele vegetatiegroepen onderscheiden: groepen van rietvegetaties, lage zilte oevervegetaties, lage grasachtige vegetaties en vegetaties met struwelen.

Langs de oostelijke oever worden begroeiingen aangetroffen die vooral gevormd worden door een 1 tot 1½ m brede rietkraag die z'n uitlopers tot in het brakke meerwater heeft. Het Riet profiteert hier van de zoetwaterbel die in de loop der jaren onder het eiland is gevormd. Langs de west-, noord- en zuidoever ontbreekt het Riet nagenoeg geheel. Hier is een lage zilte oevervegetatie aanwezig, mede ontstaan dank zij het spat- en stuifwater van het Veerse Meer. Ze bestaat voornamelijk uit een dichte mat van zouttolerante grassen, zoals Rood zwenkgras, Fioringras en Kweldergrassoorten, waartussen zoutplanten als Zilte rus, Zeeaster, Strandzoutgras, Melkkruid en Schijnsparriesoorten groeien. Aansluitend op deze vegetatiegroep vindt men in het noorden en zuiden van het eiland enkele drassige rietlanden met een ondergroei van zout- of zouttolerante planten. Ze zijn ontstaan onder invloed van stagnerend brak water dat over een oeverwal is geslagen en niet weggezegen. Tussen het hier aanwezige Riet groeit veel Zilte rus en verder Zeeaster, Melkkruid, Hertshoornweegbree, Zeebies, Strandzoutgras en diverse grassen als Veldbeemgras, Rood zwenkgras, Fioringras, Kruipend struisgras en Rietzwenkgras. De zoutinvloed neemt er geleidelijk af. Hierdoor verschijnen in de ondergroei tussen het Riet meer brakwater- en zoetwaterplanten als Waterpunge, Selderij, Kattestaart, Heelblaadjes, Koninginnekruid en Harig Wilgeroosje.

Op twee plaatsen, te weten aan de zuidwestoever en aan de oostelijke oever, komen volgroeide Duindoornhorsten voor tot aan de waterkant. Het wortelstelsel biedt goed weerstand tegen oeverafslag. Beide horsten vertonen in het centrum tekenen van natuurlijke afsterving. Van de vrijkomende voedingsstoffen, waaronder gebonden stikstof, profiteren in dit beschutte milieu diverse plantensoorten als Brandnetel en Harig wilgeroosje, maar ook bomen, zoals Schietwilg, Grauwe wilg, Waterwilg, Populier en Berk. Ditzelfde verschijnsel van afsterving wordt bij de meer landinwaarts groeiende Duindoorngroepen

Tabel 1. Overzicht van de aantallen paren broedvogels die op 21 mei 1973 op het Aardbeieneiland werden aangetroffen.

Fitis	5	Meerkoet	1
Spotvogel	2	Rietgors	2
Tuinfluitier	2	Houtduif	1
Waterhoen	1	Grasmus	2
Kleine karakiet	2	Merel	2
Ekster	1	27 juni aanvulling:	
Knobbelzwaan	1	Fazant een wijfje	
Koekoek	1	met pullen	
Wilde eend	12	Bosrietzanger	1

waargenomen. De Duindoorn blijkt de concurrentie tegen de hogere bomen vrij snel te kunnen verliezen en in vitaliteit achteruit te gaan. Slechts aan de randen van de hogere struwelen kan hij zich handhaven. De grassen-vegetaties die aansluiten op de oever- en rietlanden zijn, gezien het aandeel van de nog aanwezige riethalmen in deze vegetatietypen zeer waarschijnlijk ontstaan uit een riet-vegetatie. In de lage graslanden is Duinriet veelal aspectbepalend, maar een groot aantal andere grassen zoals Ruw beemdgras, Smalbladig beemdgras en Witbol en ook kruiden zoals Fraai duizendguldenkruid, Klein hoefblad, Zilver schoon, Aardbei en andere geven een gevarieerde en mozaïekachtige begroeiing. Ook in de huidige riet- en lage grasachtige vegetaties hebben zich enkele houtige gewassen gevestigd. Tussen het Riet

elders werd aangetroffen. In het struweel beginnen zich de eerste 'bosplanten' te vestigen, zoals het Bosvergeet-me-nietje. In de mantel van het struweel wordt vaak Kruiwilg aangetroffen. Kruiwilg kan zich op deze standplaats handhaven omdat er nog genoeg licht is.

Successie

Gegevens over de eerste stadia van de ontwikkeling der levensgemeenschappen op het Aardbeieneiland ontbreken helaas. Waarnemingen op andere zandplaten in het Veerse meer maken het waarschijnlijk dat zich in eerste instantie zoutminnende planten vestigen. Aanvankelijk voornamelijk Zeekraal, later gevolgd door Schorrekruid, Spiesmelde, Strandmelde en Valse voszegge, die zich



zijn dit meestal Schietwilg, Grauwe wilg, Waterwilg en Kruiwilg, in de lage grasachtige vegetaties is ook Meidoorn, Wilde liguster, Hondсроos en Braam aangetroffen. Een groot deel van het centrum van het Aardbeieneiland wordt ingenomen door wilgenstruwelen. Men kan ze globaal verdelen in twee stadia: een relatief hoog, gesloten struweel in het centrum en een relatief laag, open struweel ten noorden en ten zuiden ervan. Deze struwelen bestaan naast enkele berken en populieren uit een groot aantal wilgen.

Door concurrentie ten aanzien van water en voedingsstoffen, maar vooral van licht is de ondergroei minder soortenrijk en wat ijler dan in de gras/kruidenvegetaties. Op de vele open plekken in het bosgedeelte is de flora van de kruidlaag echter weinig afwijkend van wat

Overzicht van de zuidoostelijke oever van het Aardbeieneiland met Rietkraag, aanlegplaats, Duindoornhorst en Wilgenstruwelen

Pad langs de westoever van het eiland, tussen een Kruiwilgenstruweel en een Rietvegetatie op de voorgrond, en door een lage, zilte oevervegetatie op de achtergrond

vestigden op plaatsen waar door mineralisatie stikstof vrijkwam, zoals in veekranden. Al spoedig zal zich op de hogere delen Riet hebben gevestigd. Naarmate de ontzilting vorderde breidde het Riet zich uit naar de randen van het eiland, waar het nu nog optimaal voorkomt. Naast de zilte rietlanden langs de oevers heeft zich een rietvegetatie ontwikkeld, waar het aandeel van de zoutminnende planten met uitzondering van Ziltarus, dat er overvloedig voorkomt, nog maar zeer gering is en waar hetzij een begroeiing met uitsluitend Riet, of een type uit het Rietverbond is ontstaan. De plaats van het Riet in het centrum werd langzamerhand voor een deel ingenomen door grassen. Duinriet speelde op de drogere delen een overheersende rol; andere grassen als Veldbeemgras, kregen hun kans bij iets andere milieufac-

een beter milieu ontstond voor de vestiging van houtachtige gewassen. Alleen uitgesproken pioniersoorten als Kruiwilg, die weinig eisen stelt aan de bodem, en Duindoorn, die een sterk doorlatende, kalkrijke zandbodem preferereert, kunnen al in een zeer vroeg stadium aanwezig zijn geweest. Beide soorten vormden een humuslaag en bacteriën in de Duindoorn-wortelknolletjes legden bovendien atmosferische stikstof vast. Hierdoor werd voor bijvoorbeeld Waterwilg en Katwilg een geschikte vestigingsplaats gevormd. Deze soorten vormen als struiken de eerste hogere begroeiing. Schietwilg is een late pioniersoort die, bij ongestoorde ontwikkeling, zoals op het Aardbeien-eiland, de eerste soort is met een boomvorm. Naarmate het boskarakter van de struwelen vordert, zullen ook voor andere, meereisende houtige gewassen de



toren, waarbij verschillen in de waterhuishouding en het zoutgehalte een belangrijke rol speelden.

De zoutplanten, die het bij de toenemende ontzilting van het eiland niet meer tegen de 'zoetwater'-planten kunnen volhouden, worden geleidelijk naar de randen verdrongen, waar door de grotere invloed van het meerwater nu nog een voor hen geschikt milieu aanwezig is. Sommige soorten blijken zich echter opvallend lang te kunnen handhaven op standplaatsen die voor een vestiging van de soort reeds langs niet meer geschikt lijken. Ziltarus bijvoorbeeld is nog op vele plaatsen landinwaarts aan te treffen, maar ook Melkkruid en veldjes Slanke waterbies komen nog voor op geheel ontzilte delen.

De grassen- en kruidenvegetaties hebben bijgedragen tot de bodemvorming, waardoor

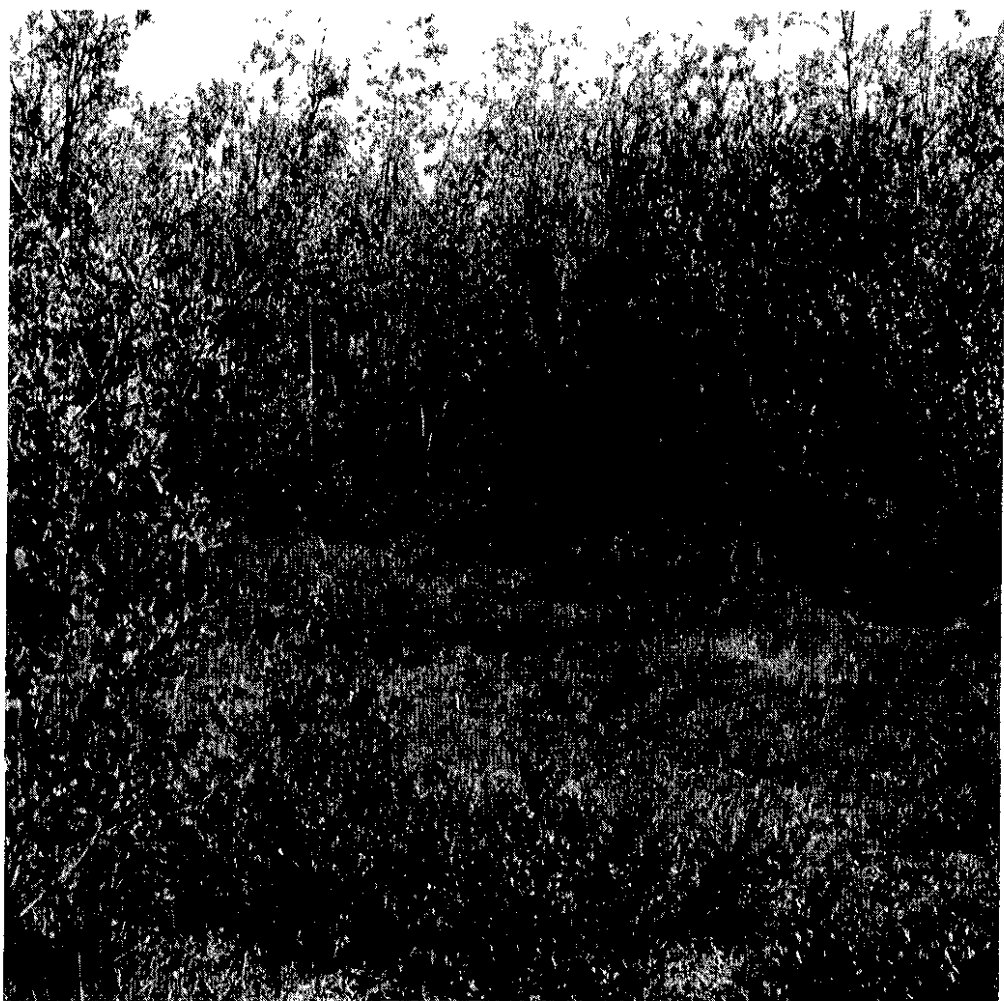
vestigingskansen toenemen. De eerste voorbeelden hiervan zijn de vestiging van Zwarte populier en Es, die reeds in kleine aantallen op het eiland aanwezig zijn.

Hoe de toekomstige ontwikkeling van de vegetatie op het Aardbeien-eiland zal verlopen is van vele factoren afhankelijk. Als aangenomen wordt dat de milieuomstandigheden niet wezenlijk veranderen, dan zal de floristische samenstelling van de vegetatie grotendeels afhangen van de verspreidingsmogelijkheden van plantensoorten in de omgeving. Voor planten die door de wind verspreid worden, zoals diverse samengesteldbloemigen en orchideeën, is de vestigingskans groter dan voor planten die op andere verspreidingsmogelijkheden zijn aangewezen. Over het verdere verloop van de successie kan men slechts gissen, omdat er te veel onbekende

factoren zijn. Zo is de huidige bosvegetatie van het Aardbeieneiland nog niet ontwikkeld tot een type dat duidelijk onder te brengen is in een bestaand classificatiesysteem. Voorts wijken de milieufactoren vrij sterk af van die welke elders in Nederland worden aangetroffen. Ook de onzekere toekomstige ontwikkeling van het Veerse meer bemoeilijkt een prognose. Welk gevolg zou het bijvoorbeeld hebben als men het meer ook in de winter op een peil van N.A.P. zou houden, of als men het liet verzoeten? Met het nodige voorbehoud echter zou men zich de succesvolgorde zo kunnen denken:

Uit een Wilgenverbond, een pionier-bosvegetatie met voornamelijk Wilgen- en Populierensoorten kan bij rijping een gezelschap uit het Elzen-Vogelkers-verbond ontstaan, een bos-type met veel vochtminnende soorten. De

Graslandje met Kruipwilgen-
opslag aan de rand van relatief
hoog wilgenstruweel



boomlaag wordt dan gevormd door Wilgen, Populieren, Essen, soms ook Iepen of Esdoorns en – afhankelijk van aanvoer van zaden – uit Eiken. De kruidlaag is zeer goed ontwikkeld en kan veel soorten tellen. De randen van deze bossen kunnen gevormd worden door mantelgemeenschappen uit het onderverbond met Vlier en Berberis of uit het Sleedoorn-Bramenverbond, struwelen van Meidoorn, Sleedoorn en of Duindoorn, rozen- en bramensoorten met een diverse ondergroei. Na verloop van vele decennia kan, na uitlegging van de aanwezige kalkvoorraad als eindstadium van de successie een eikenbos-type uit het verbond van Zomer- en Wintereik ontstaan. Dit type komt voor op zuurdere, maar niet extreem voedselarme vochtige zandgronden.

Er kan niet voldoende op worden gewezen dat bovengeschetste ontwikkeling slechts één van de mogelijkheden is. Vele, deels bekende, deels onbekende factoren kunnen de ontwikkeling in een bepaalde richting remmen of zelfs terugvoeren. Ook zijn onverwachte ontwikkelingen door nieuwe milieusituaties mogelijk. Ook moet er rekening mee worden gehouden, dat het kleine oppervlak van het eiland en de betrekkelijk geringe waterberging de successie zouden kunnen bepalen. De verwachting leeft, dat in de komende tijd het soortenaantal nog zal toenemen. Vervolgens zal er enige teruggang in het soorten-aantal kunnen optreden, waarna verdere vergroting van de soortenrijkdom slechts zeer langzaam zal verlopen.

De geïsoleerde ligging van het Aardbeien-eiland beperkt de spontane vestiging van bepaalde fauna-elementen.

Slechts soorten die drijvend, zwemmend of vliegend het eiland bereikten en er een gunstig biotoop vonden, hebben zich gevestigd. In 1973 werd tijdens de broedtijd een broedvogelinventarisatie verricht (zie tabel I). Behalve als broedgebied fungeert het eiland ook als slaap-, rust- en fourageergebied voor verschillende vogels, waaronder Velduil. Door zijn isolement is het eiland arm aan zoogdieren. Met zekerheid zijn waargenomen de Bruine rat en de Noordse woelmuis. Voor de laatstgenoemde soort is het isolement ten opzichte van het vasteland van grote betekenis. Het Aardbeieneiland is voor deze soort nog een van de laatst overgebleven biotopen in Nederland.

Evaluatie

Het vrijwel ongestoord ontwikkelde oecosysteem van het Aardbeieneiland moet om

verschillende redenen hoog worden gewaardeerd. De hoge mate van natuurlijkheid van de levensgemeenschappen is voor Nederland zeldzaam. De diversiteit in typen en soorten is, gezien de grootte van het gebied en het successiestadium, relatief hoog. In de soortenlijst van de hogere planten zijn twee hooggewaardeerde soorten aangetroffen, 41 soorten zijn vrij algemeen en 78 zijn in Nederland veel voorkomende soorten. Wel moet worden aangetekend dat de soortenlijst slechts een momentopname is en dat enkele soorten in de loop der tijd zullen verdwijnen; andere zullen zich evenwel vestigen of uitbreiden.

De waarde van de avifauna is moeilijk te taxeren. De meeste soorten komen in Nederland talrijk tot zeer talrijk voor, maar de samenstelling van de avifauna weerspiegelt de veelheid van biotopen op het kleine eiland. Zo zijn Fitis, Tuinfluiters, Spotvogel, Grasmus, Houtduif en Merel broedvogels van struikvegetaties, bossen en bosranden, Kleine karekiet, Rietgors en de Bosrietzanger broedvogels van rietvegetaties. Waterhoen, Knobbelzwaan, Wilde eend en Meerkoet vestigen zich in andere typen oevervegetaties. Het voorkomen van de Noordse woelmuis is van natuurwetenschappelijk belang. Over de waarde van andere fauna-elementen is bij gebrek aan gegevens geen uitspraak te doen.

De reeds eerder vermelde natuurlijkheid houdt onder meer in, dat het systeem geheel zelfstandig functioneert en zichzelf reguleert; met andere woorden: noch voor inrichtings- en onderhoudswerkzaamheden noch voor ziektebestrijding is enig menselijk handelen vereist.

In Bericht 62 (november 1972) werd een overzicht gegeven van de maatregelen die na de afsluiting van een zee-arm dienen te worden genomen om de erin en erlangs gelegen oeverpartijen optimaal geschikt te houden voor natuurbescherming en/of recreatie. In dit Bericht wordt thans een gedetailleerde beschrijving gegeven van het rijk geschaakte patroon van oevertypen dat men in het Grevelingenmeer kan waarnemen.

Oevertypen in het Grevelingenmeer

De oevers vormen in het landschap van de Grevelingen een dynamische zone, omdat de uit het getijdesysteem overgeërfde vormen en patronen niet in evenwicht verkeren met de thans werkzame krachten van wind en golven. Als gevolg daarvan treedt in de huidige oeverzone materiaalverplaatsing op en ontstaan er langs de oevers in het Grevelingenmeer afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden voortdurend nieuwe patronen en vormen zowel door erosie als door accumulatie. De factoren die bij deze processen een rol spelen zijn zeer divers en complex: niet alleen expositie en vorm, bodemsamenstelling, breedte en helling van de vooroevers behoren er toe, maar ook de hoogte en helling van de droge oever, de windrichting en windkracht, de aard en het gedrag van de golven. Over de mate waarin ze werkzaam zijn in de verschillende processen weten we onvoldoende, evenals over het verloop van deze processen in de tijd. Wanneer zich een nieuw evenwicht tussen patroon en proces zal instellen, en hoe dat er uit zal zien, kunnen we derhalve niet voorspellen.

Als resultante van de genoemde processen manifesteren zich nu, enkele jaren na de afsluiting, een groot aantal patronen en vormen, die vooral in kwantitatieve zin vaak zeer veranderlijk zijn. In het onderstaande overzicht gaat het er vooral om een beschrijving te geven van de aard en het voorkomen van de verschillende oevertypen. De ontstaanswijze van de oevers komt niet of slechts in beperkte mate aan de orde. De oevers worden in drie groepen ingedeeld, namelijk natuurlijke, half-kunstmatige en kunstmatige.

De natuurlijke oevers hebben zich zowel voor als na de afsluiting spontaan ontwikkeld, buiten direct menselijk ingrijpen om. Bij de behandeling van deze oevers dient een onderscheid gemaakt te worden in vormen die bepaald worden door het verloop van de oeverlijn en vormen die vooral herkenbaar zijn in dwarsprofiel. De eerstgenoemde groep kan opnieuw worden onderscheiden in algemene vormen en detailvormen. Algemene vormen worden vooral bepaald door het verloop van de oeverlijn, zoals die op de meeste kaarten van het Grevelingenmeer te zien is. Deze oeverlijn is de resultante van de geomorfologie van het overgeërfde getijdesysteem en de huidige gemiddelde waterstand van N.A.P. - 20 cm. Over het algemeen heeft hij een min of meer recht verloop. Twee gebieden maken hierop een uitzondering, namelijk het zuidelijk deel van de Slikken van Flakkee en de Slikken van Bommenede. In deze gebieden zijn onder het getijde-regiem diepe geulen ontstaan, die nu gedeeltelijk blijvend onder water liggen; zij vormen vrij diepe inhammen in de oeverlijn. Afbeelding 1 geeft een beeld van dergelijke diepe inhammen.

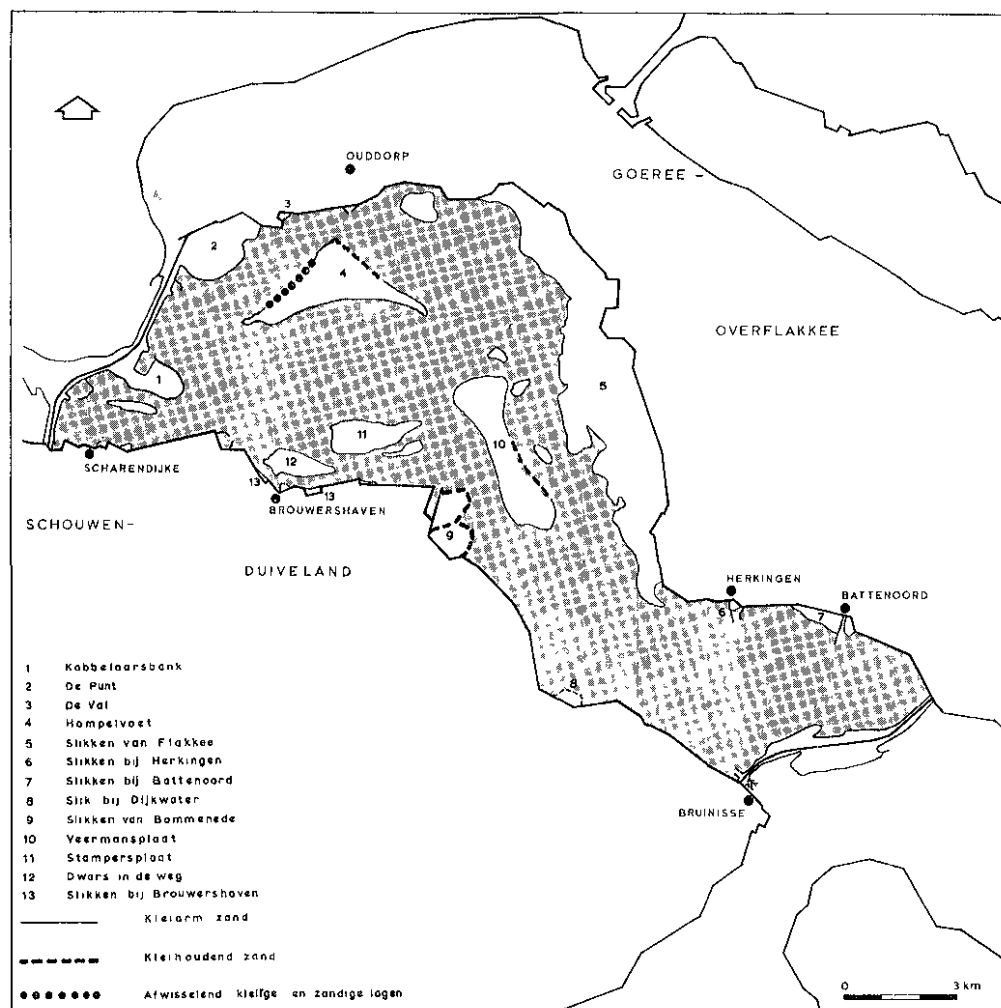
Na de afsluiting zijn binnen het algemene oeververloop door plaatselijke verschillen in onder meer expositie, bodemsamenstelling, helling en hoogteligging verschillende detailvormen ontstaan, onder inwerking van golven en wind.

Een regelmatig golvend verloop van de oeverlijn komt onder andere voor langs de flauw hellende oevers aan de noordwestzijde van de Veermansplaat en langs het zuidelijk deel van de Slikken van Flakkee. De vorm dankt

zijn ontstaan aan minimale hoogteverschillen die zijn overgebleven na de erosie van oude zandribbels die in het voormalig getijde-systeem waren gevormd.

Een onregelmatig getande oeverlijn, zoals te zien op afbeelding 2, komt voor aan de noordkant van de Veermansplaat en aan de zuidwestpunt van de Hompelvoet. Hier wisselen afbraak en opbouw elkaar af. We zien een onregelmatig verlopende oeverlijn met inhammen en een klein steil randje. Hiervóór is een strandrug gevormd, die sommige inhammen geheel of gedeeltelijk afsluit. Ook de strandruggen eroderen, hetgeen blijkt uit de afslagrandjes, die afhankelijk van de waterhoogte op verschillende niveau's voorkomen. Op sommige plaatsen heeft zich op de oppervlakte van de droge oever een enigszins hard algenlaagje gevormd, dat

Fig. 1. Topografische kaart van het Grevelingenmeer, met indicaties van de grondsoorten in de oeverstroken



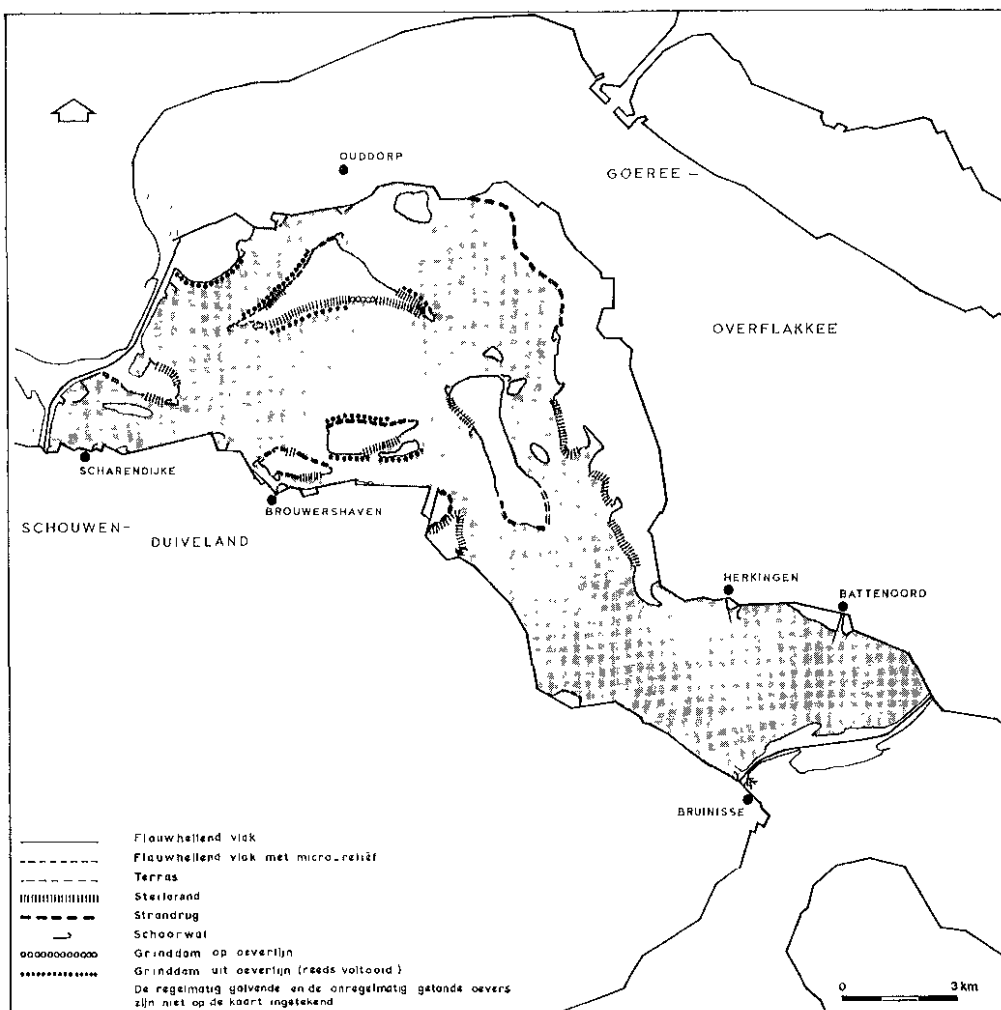
slecht doorlatend is, waardoor het hemelwater niet in de zandige bodem wegzakt maar oppervlakkig afstroomt. Is langs de oeverlijn een geultje gevormd dan verlengt zich dat door terugschrijdende erosie snel landinwaarts, en ontstaan er brede inhammen (zie afbeelding 3). Het steile randje wordt gevormd door de beschermende werking van de harde korst. Op afbeelding 5 is te zien hoe zich vóór de inhammen weer een strandrug met een haf heeft gevormd.

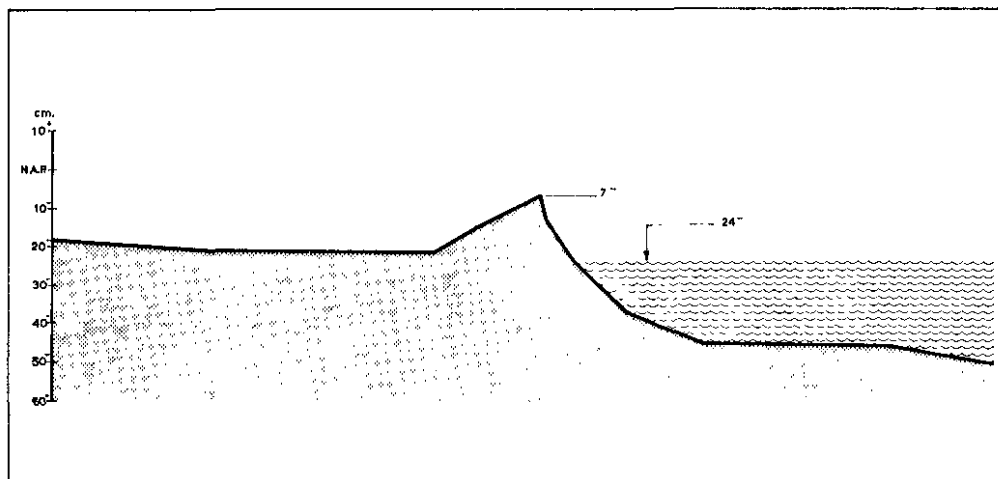
Door schuin oplopende golven kan materiaal dat elders door erosie is losgekomen gedeeltelijk langs de oever worden getransporteerd. Achter een kaap zal het materiaal zich in de luwte afzetten en uitgroeien tot een landtong, schoorwal of 'spit' genaamd.

Zoals op fig. 2 is te zien komen schoorwallen op vele plaatsen voor. Vaak zijn ze vrij

Fig. 3. Dwarsdoorsnede van een strandrug op de Slikken van Bommenede

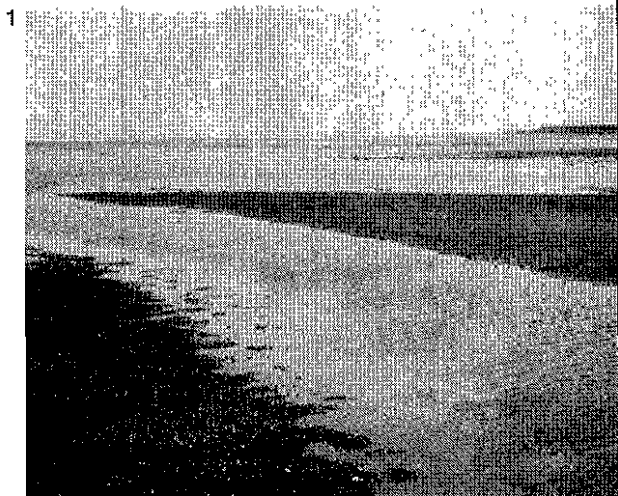
Fig. 2. Oeverkaart van het Grevelingenmeer





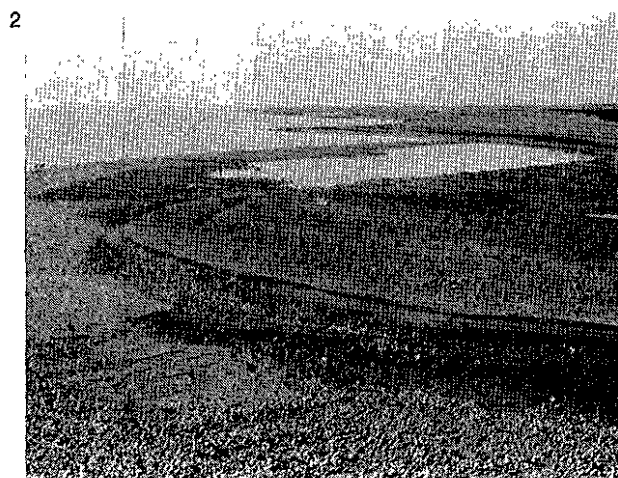
Afb. 1. Diepe inhammen in de oever als gevolg van verdrinken geulen op het voormalig slik

Afb. 2. Hompelvoet. Een onregelmatig getande oeverlijn met inhammen, steile randjes, strandruggen en haffen

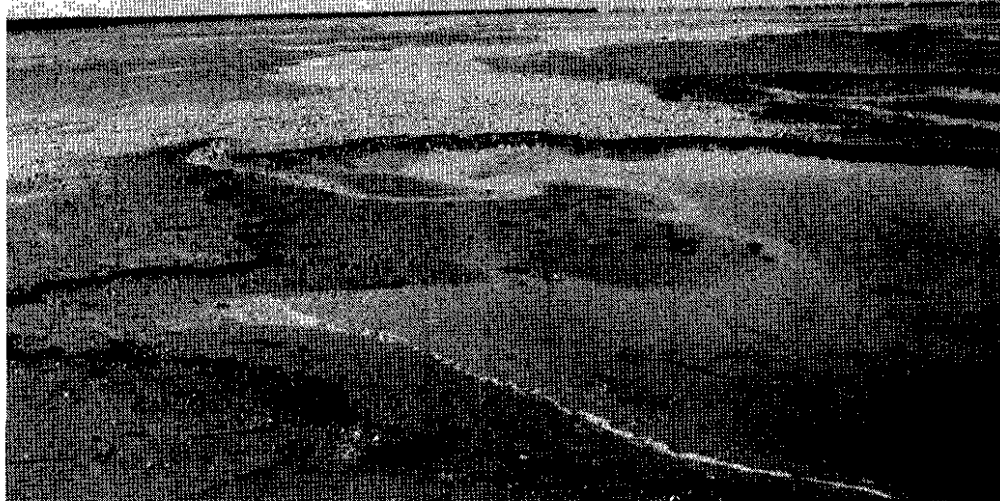


klein, doch op enkele plaatsen komen ook grote en complexe schoorwallen voor, zoals aan de zuidwestzijde van de Veermansplaat (zie afbeelding 4). Het uiteinde van de schoorwal is vaak gebogen in de richting van het land. Bij het aangroei van de schoorwal kunnen zich verschillende van deze bogen ontwikkelen, zoals op de foto duidelijk is te zien. Soms groeit de boog vast aan het land en ontstaat er een haf.

Aan de zuidoostpunt van de Hompelvoet hebben zich vanuit twee richtingen schoorwallen ontwikkeld, zowel vanaf de noordzijde als vanaf de zuidzijde. Eenmaal samengegroeid vormen zij een complex van schoorwallen en haffen. Het materiaal waaruit de schoorwallen is opgebouwd bestaat meestal uit een mengsel van zand en overwegend schelpen.



3



4



5



Afb. 3. Veermansplaat. Terugschrijdende erosie door oppervlakkige afstroming over een steil randje

Afb. 4. Veermansplaat. Een schoorwal met verschillende strandhaken. Tussen de schoorwal en het vasteland is een haf gevormd

Afb. 5. Hompelvoet. Een strandrug wordt aangetast. Op verschillende niveau's hebben zich kleine afslagrandjes gevormd

Afb. 6. Hompelvoet. Bij erosie vrijgekomen schelpen liggen als een wit lint langs de oeverlijn

6



Afb. 7. Stampersplaat. Een begroeiide steile rand. De erosie vindt plaats in repen parallel aan de inzaairichting

7



In het Grevelingenmeer vinden we drie belangrijke oevertypen 'in dwarsprofiel': flauw hellende vlakke oevers, strandruggen en stellingranden.

Flauw hellende vlakke oevers zijn de minst gecompliceerde die worden aangetroffen, in die zin dat zij sedert de afsluiting niet of nauwelijks zijn veranderd. Dit oevertype komt voor op het noordelijk deel van de Slikken van Flakkee, de noordoostzijde van de Hompelvoet en de zuidwest- en noordoostzijde van de Veermansplaat. Op sommige van deze flauw hellende oevers vinden we in een zone van enkele tientallen meters rond de oeverlijn een micro-reliëf bestaande uit een groot aantal kleine bultjes, die waarschijnlijk door bodemdieren worden opgebouwd.

Afbeelding 1 toont een flauw hellende vlakke oever.

Onder bepaalde omstandigheden kan zich onder invloed van vlakke golven op een flauw hellende oever een strandrug ontwikkelen in de oploopzone van de golven. In de laagte achter de rug vormt zich vaak een zone van water dat af en toe over de strandrug heenkomt. Onder gewijzigde golfomstandigheden kan de strandrug weer worden aangetast. Gaat dit gepaard met een dalend meerpeil ter plaatse dan kunnen zich in de strandrug verschillende niveau's met een afslagrandje ontwikkelen, zoals op afbeelding 5 is te zien. De strandruggen kunnen zijn opgebouwd uit zand of uit schelpen, of ook uit een mengsel van deze twee.

Strandruggen komen onder andere voor langs de voormalige slikken tegen de kust van Schouwen-Duiveland en aan de noordzijde van de Dwars in de Weg en de Stampersplaat.

Een ander veel voorkomend oevertype is de steile rand, een door afslag ontstaan klifje. Steile randen worden aangetroffen zowel langs de zuidzijde van de Hompelvoet, de Dwars in de Weg en de Stampersplaat, alsook langs de Slikken van Bommenede en de Slikken van Flakkee. Zij ontstaan doorgaans daar waar een brede ondiepe vooroever ontbreekt en de droge oever relatief hoog ligt. Afbeelding 6 toont een steile rand. Aan de onderkant ervan is een brandingsnisje gevormd. Wordt dat te diep, dan zakt een deel van de oever weg. Het erosiemateriaal dat dan vrijkomt wordt deels naar dieper water afgevoerd waar het bijdraagt tot verbreding van de ondiepe vooroever en deels langs de oever getransporteerd, zodat het elders weer kan accumuleren en aldus kan bijdragen tot de vorming van bijvoorbeeld een schoorwal.

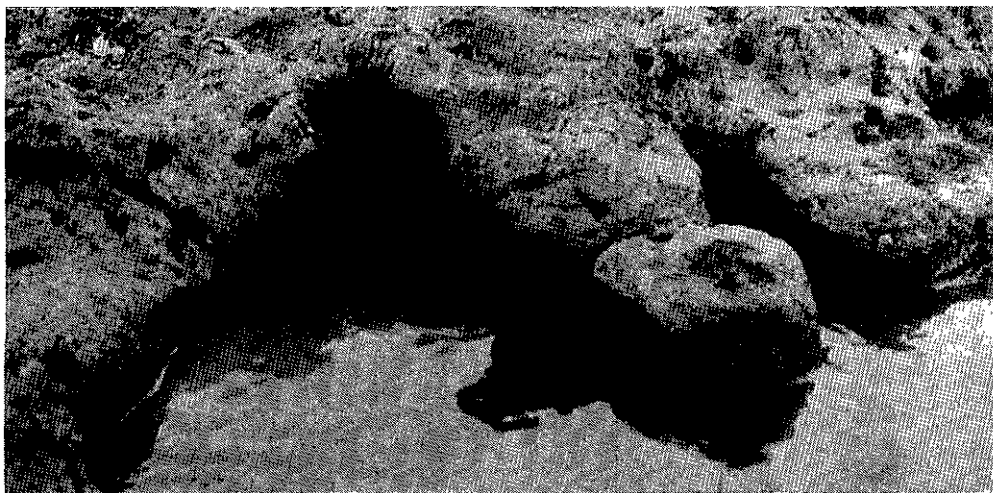
Afb. 8. Hompelvoet. Een steile rand waarvoor zich een strandrug heeft ontwikkeld



Bevat de geërodeerde bodem veel schelpen dan kan in de loop van de tijd een accumulatie ontstaan van schelpen langs de oever. Schelpen hebben door hun grote mobiliteit in het algemeen een groot aandeel in de processen langs de oevers. Afbeelding 7 toont een steile rand aan de zuidzijde van de Stampersplaat. Men ziet een ingezaalde begroeiing van granen en grassen tot aan de oeverlijn. Blijkbaar is deze begroeiing met zijn ondiepe beworteling niet in staat de erosie te stoppen. Duidelijk is te zien hoe de afslag plaatsvindt in repen evenwijdig aan de inzaai-richting. Strandruggeten en steile randen komen soms tegelijkertijd voor (afbeelding 8). Een minder vaak voorkomend oevertype is het terras. Terrassen vindt men op een stukje voormalig slik bij Ouddorp, de Val, en op enkele gebledjes bij Brouwershaven. Ook

langs een deel van de noordwestzijde van de Hompelvoet wordt dit oevertype aangetroffen. Het wordt gekenmerkt door het voorkomen van vlakken op verschillende niveau's, door een laag steil randje van elkaar gescheiden. Deze terrassen zijn te danken aan de aanwezigheid van kleiige laagjes in een zandige bodem, die een grotere weerstand bieden tegen erosie.

Zoals op afbeelding 9 duidelijk is te zien vertonen de kleilagen ook in detail erosievormen die men in een zandige bodem niet zal aantreffen. De doorlatendheid van klei is veel geringer dan van zand. Het overspoelingswater stroomt daardoor oppervlakkig af en doet hier een glad, bobbelig oppervlak ontstaan. Tevens kunnen, zoals op de foto is te zien diepe nissen ontstaan die door de grotere stevigheid van de klei niet inzakken.



Sommige van de oevers waar een sterke afslag voorkomt zijn kunstmatig beschermd. Zij kunnen daarom *half-kunstmatig* worden genoemd. De meest voorkomende vorm van oeverbescherming is een onderwatergrinddam die op enige afstand evenwijdig aan de oeverlijn wordt aangelegd op een diepte van N.A.P. - ± 1 m. De kruin van zo'n grinddam ligt ongeveer gelijk met het gemiddelde waterpeil van N.A.P. - 20 cm. De golven breken op de grinddam en verliezen daardoor het grootste deel van hun energie, zodat de erosie van de oever óf geheel tot stilstand komt, óf sterk wordt verminderd. Op enkele plaatsen, bijvoorbeeld aan de zuidkant van de Hompelvoet, is vanwege een zeer sterke erosie en vooruitlopend op de aanleg van de onderwatergrinddam, een grinddam aangelegd op de oeverlijn. De kruin van deze dam

Afb. 9. De Val bij Ouddorp.
Detail van een kleiige oever



Afb. 10. Hompelvoet. Oeververdediging bestaande uit een grinddam op de oeverlijn

ligt ongeveer 50 cm boven de omgeving (afbeelding 10).

Vrijwel geheel *kunstmatig* tenslotte zijn die oevers die worden gevormd door de oude dijen en de afsluitdammen. Zowel het verloop als de vorm van deze oevers als de samenstelling van de 'bodem' ervan, zijn bepaald door de mens. De bodem bestaat uit verschillende soorten natuursteen, zoals bazalt, graniet, zandsteen of ook wel beton en asfalt.

Het Grevelingenmeer wordt dus enerzijds begrensd door stabiele, door de mens gemaakte oevers, zoals zeedijken en afsluitdammen; anderzijds echter wordt de oever gevormd door zandige en soms wat kleiige slikken en platen die in het voormalig getijdesysteem zijn ontstaan.

Deze oevers vormen een min of meer brede overgangszone tussen land en water. Door de spontane of natuurlijke ontwikkeling wordt in deze oeverzone een grote verscheidenheid aan vormen opgebouwd, die bijdraagt tot de diversiteit van het landschap, zowel actueel als potentieel. Vooral daar waar in de bestemming van de drooggevallen gebieden het accent op de natuurbescherming en de spontane landschapsontwikkeling ligt, zal men de natuurlijke processen zoveel mogelijk een kans moeten geven. Wil men de ontwikkeling echter bijsturen, dan zal dat dienen te gebeuren op grond van kennis van het systeem. De kennis van de processen die zich in de oeverzone afspelen zal daarom moeten worden uitgediept, opdat de actuele en vooral potentiële natuurwaarde zo goed mogelijk kan worden bepaald en eventuele bijsturende maatregelen, indien nodig, een zo natuurlijk mogelijk karakter kunnen hebben. Vedieping van deze kennis kan ten slotte ook de mogelijkheid openen om met meer zekerheid voorspellingen te doen ten aanzien van ontwikkelingen in overeenkomstige gebieden.

Zoals vrijwel ieder jaar zijn ook in de herfst van 1973 verschillende stormen opgetreden die een nadere beschouwing waard zijn. Op 21 oktober trad een storm op waarbij geen bijzonder hoge waterstanden werden waargenomen, maar wel hoge golven. In november zijn met korte tussenpozen gedurende een periode van acht dagen een aantal stormen opgetreden waarbij hoge waterstanden voorkwamen. In december zijn twee stormen voorgekomen, en wel op 6 en 7 en op 13, 14 en 15 december. Deze laatste storm was de belangrijkste in het besproken seizoen, en veroorzaakte de hoogste waterstanden.

De stormen in het najaar van 1973

Voor een beschouwing van de waterloopkundige gevolgen der stormen in het Delta-gebied zijn alleen de stormen van november en december van belang.

In de nacht van 12 op 13 november 1973 trok het frontensysteem van een diepe depressie van noordwest naar zuidoost over ons land. Voor de windsnelheden die daarmee in het Deltagebied gepaard gingen, kiezen we Vlissingen als representatief weerstation. Op 13 november 1973 bedroegen de over 6 uren gemiddelde windsnelheden te Vlissingen

tijd	windsnelheid in m/sec
00.00	18,0
06.00	10,8
12.00	13,9
18.00	14,4
24.00	10,8

In het noorden van het land was de windsnelheid aanzienlijk groter, op Texel zelfs

tot 28½ m/sec. De schade aan dijken en duinen is tijdens deze storm in het noorden van ons land dan ook groter geweest dan in het Zeeuwse gebied, waar slechts op het eiland Schouwen duinvoetafslag van 5 m is geconstateerd. De waterstanden liepen echter hoog op.

Door de uitvoering van de Deltawerken zijn in het gebied van Oosterschelde en Volkerak in waterloopkundig opzicht ingrijpende veranderingen veroorzaakt. De afsluiting van het Volkerak heeft het traject Oosterscheldemondd-Zijpe-Volkerak tot aan de Volkerakdam in principe gelijk gemaakt aan het traject Oosterscheldemondd-Bergen op Zoom. Het is nu eveneens een bassin met afgesloten achterzijde, en een open verbinding met de Noordzee. Kon de getijgolf zich voor de afsluiting van het Volkerak ongehinderd voortplanten naar het noordelijk Deltagebied, sinds de afsluiting is deze weg door de Volkerakdam afgesneden. Dit veroorzaakt een aanzienlijke versterking van het verticale getij op het Volkerak, omdat de getijgolf nu terug-

Tabel I

datum	windrichting in graden	windsnelheid in meters/sec	sign. golfhoogte in m	gem. periode in sec	waterstandsverhoging in m
november 1972	300	20	4,4	6,7	+ 1,1
april 1973	320	20	4,7	7,8	+ 0,4
oktober 1973	300	22	4,6	6,6	+ 1,3
november 1973	290	18	3,8	6,0	+ 1,5
december 1973	300-320	21	4,7	6,4	+ 1,5



gekaatst wordt door de Volkerakdam. De gemiddelde overschrijdingswaarden van de H.W.-standen zijn dientengevolge voornamelijk op het Volkerak sterk gewijzigd. De gemiddelde jaaroverschrijdingswaarde van 0,5, of anders gezegd het peil dat gemiddeld een maal per twee jaar wordt overschreden, noemt men het 'grenspeil'. Wordt deze H.W.-stand bij overwegend westelijke winden bereikt of overschreden, dan spreekt men van een stormvloed.

In tabel 2 zijn voor verschillende stations in

Tabel 2

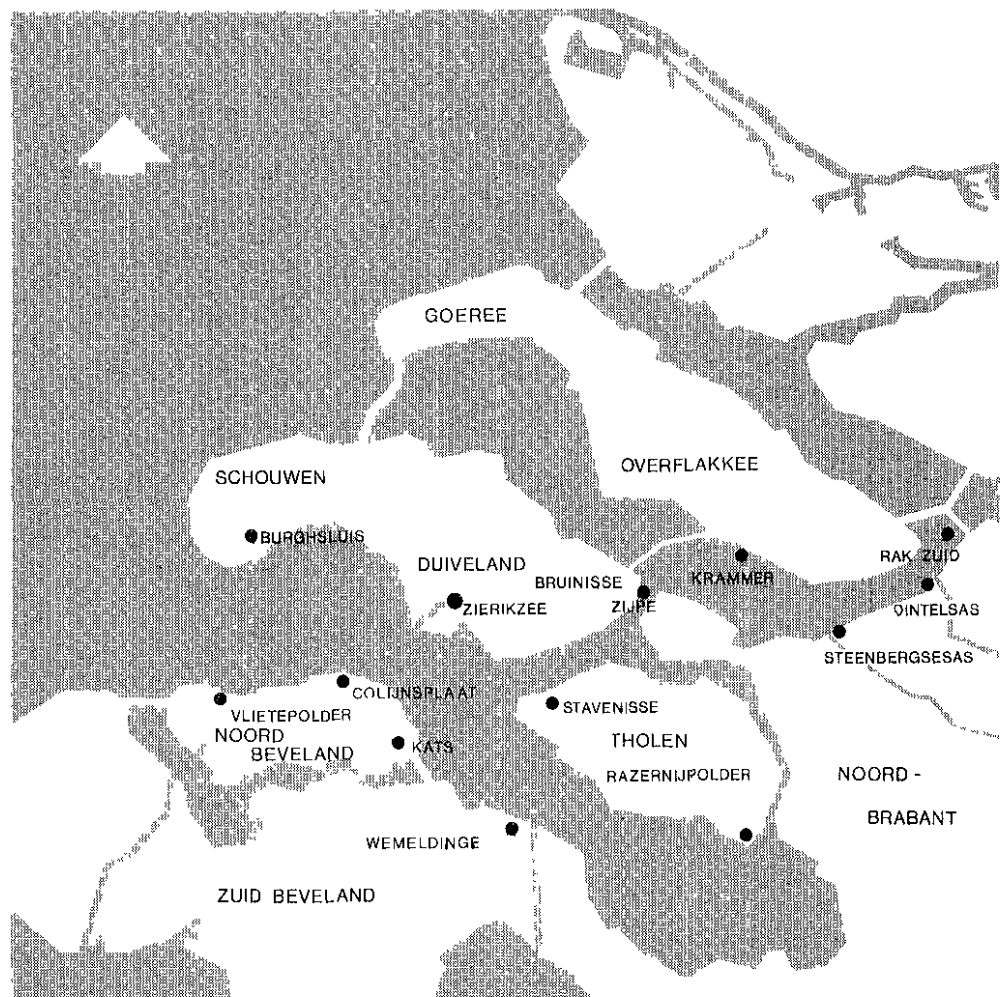
Station	Grenspeil geldend in 1953	Dijkskruinhoogte in 1953	SV-stand 1-2-1953	Grenspeil geldend na afsi. Volkerak in 1969	Dijkskruinhoogte in 1973	SV-stand 13-11-1973	SV-stand 14-12-1973
Noord-Brabant							
Rak Zuid	305		440	375		364	435
Dintelsas	320	510/530	455	372	620/670	362	430
Steenbergse Sas	320	530/580	465	365	570/610	363	426
Overflakkee							
Krammer					620/700	348	413
Schouwen-Duiveland							
Bruinisse (Zijpe)	315	440/500	450	335	510/570	348	414
Zierikzee	290	420/440	432	293	520	275	363
Burghsluis	275	460	420	275	580	286	324
Tholen							
Razernijpolder		640			675	365	434
Stavenisse	305				590	319	391
Zuid-Beveland							
Wemeldinge	330	535		330	680	334	400
Noord-Beveland							
Kats		510/560	± 460		525/760	319	397
Colijnspfaat	285	520	445		655	297	366
Vlietepolder	285	580	435	285	690	291	330

het beschouwde gebied de grenspeilen van voor en na de afsluiting van het Volkerak weergegeven. Bij de storm van 13 november 1973 is het grenspeil slechts op enkele plaatsen overschreden, en dan nog maar met enkele centimeters.

Fig. 1. Situatie der meetpunten van tabel 2

Achter een op 14 december 1973 oostwaarts over de Atlantische Oceaan koersende depressie ontwikkelde zich een noordwestelijk stormveld over de gehele Noordzee, dat zijn hoogtepunt bereikte in de nacht van 13 op 14 december, met windsnelheden tot 25 à 30 m/sec. Op 14 december waren de over 6 uren gemiddelde windsnelheden te Vlissingen als volgt:

Fig. 2. Waterstanden in het gebied Oosterschelde-Volkerak voor, tijdens en na de storm van 13 november 1973



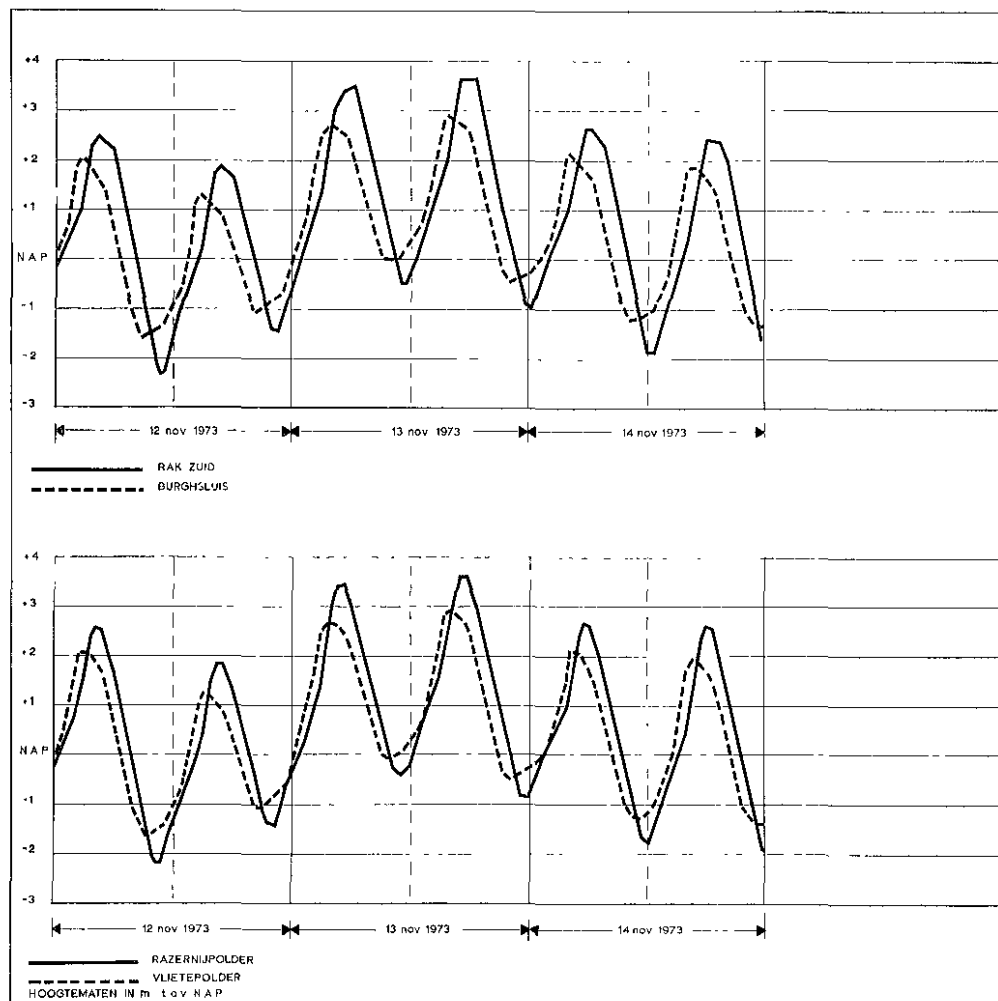
tijd	windsnelheid in m/sec
00.00	13,9
06.00	10,8
12.00	14,4
18.00	16,0
24.00	10,3

Die dag echter kwam er boven Schotland een storing tot ontwikkeling die in zuidelijke richting koerste. De verwachting was dat deze storing zijn zuidelijke koers zou blijven volgen, met als gevolg dat het bijbehorende stormveld zich zou richten op de Belgische kust. Dijkbewakingstelegrammen zijn dan ook niet uitgegaan. De storing veranderde echter vrij plotseling van richting. De koers werd iets oostelijker, waardoor het stormveld juist

over Zeeland trok. De dijkbewakingsberichten zijn toen telefonisch gegeven.

Deze storm heeft in het Zeeuwse gebied aanzienlijk meer schade aangericht aan de waterkeringen dan de storm van november. Tijdens de storm van 14 december zijn de grenspeilen in het beschouwde gebied overal aanmerkelijk overschreden. Als men wil zien hoe de waterstanden in het achterwaarts afgesloten bekken steeds verder werden opgezet, bestudere men in tabel 1 de maximale stormvloedstanden van deze storm in vergelijking met die van 1 februari 1953.

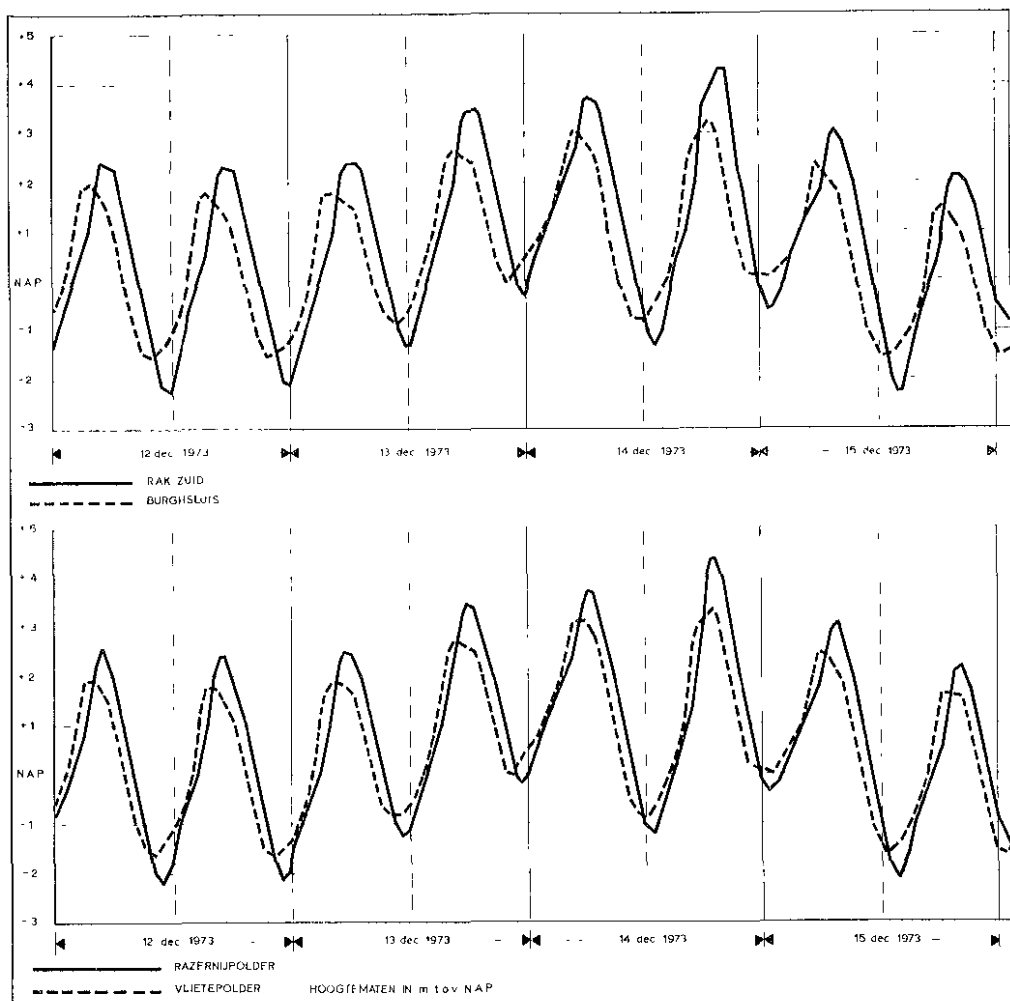
In de mond van de Oosterschelde, nabij Burghsluis, bedroeg het verschil in stormvloedhoogte tussen de stormvloed van 1953 en die van 1973 96 cm. In de richting van de Volkerakdam blijkt het verschil geleidelijk af te nemen. De hoogste stormvloedstand van



1973 nabij de Volkerakdam -- meetpunt Rak Zuid – ligt nog maar 5 cm onder het in 1953 bereikte maximumpeil; dit ondanks het feit dat de stormvloed van 1973 als een lage stormvloed moet worden geclassificeerd. In figuur 4 zijn de verschillen uitgezet tussen de opgetreden waterstanden tijdens de stormvloed van 14 december en de waterstanden die volgens het astronomische getij voor deze dagen waren berekend. De verschillen zijn niet alleen het rechtstreekse gevolg van de windsnelheid. Er is ook een verschil opgetreden in de manier waarop het astronomisch getij zich landinwaarts voortplantte, en wel ten gevolge van de tijdelijk toegenomen waterdiepte. De maximale waterstandsverhoging ten gevolge van het schijnbare windeffect binnen het Zeeuwse gebied blijkt nagenoeg overal ruim

Fig. 3. Waterstanden in het gebied Oosterschelde-Volkerak voor, tijdens en na de storm van 14 december 1973

Fig. 4. Opwaaiingseffect in het gebied van Oosterschelde en Volkerak tijdens de storm van 14 en 15 december 1973



200 cm te zijn geweest. Alleen bij de mond van de Oosterschelde, nabij Burghsluis en Vlietepolder, is de verhoging iets minder geweest, ongeveer 175 cm.

In 1965 heeft de Deltadienst een studie gemaakt van het verloop van de H.W.- en L.W.-standen die na de afsluiting van het Volkerak bij gemiddeld springtij, tij en doodtij op het traject Stavenisse-Volkerakdam zouden gaan optreden. De toen gevonden lijnen zijn getekend in figuur 6. In die figuur zijn ook de H.W.-standen tijdens de stormen van 13 november en 14 december 1973 voor dat traject weergegeven. De verschillen tussen de stormvloedlijnen van november en december 1973 en de in 1965 voorspelde H.W.-lijnen zijn nagenoeg constant. Dit zou kunnen betekenen dat het interne windeffect

op dit traject tijdens de hier besproken stormvloedten gering is geweest.

Om na te gaan of in de afgesloten Delta-bekken, het Veerse Meer en het Grevelingenmeer, tijdens de najaarsstormen waterstandsverschillen zijn opgetreden tussen de westelijke en de oostelijke oever, zijn vergelijkingen gemaakt tussen de peilregistraties aan deze tegenoverliggende oevers.

In figuur 5 zijn voor het Veerse Meer de op 14 en 15 december geregistreerde waterstanden te Veere en te Kats (binnen) getekend en voor het Grevelingenmeer de overeenkomstige waterstanden te Brouwershaven en te Bruinisse. Door de verschillen in de waterstanden tussen de betrokken peilschaalstations te tekenen, verkrijgt men een vervalkromme, die de op- en afwaaiing weergeeft

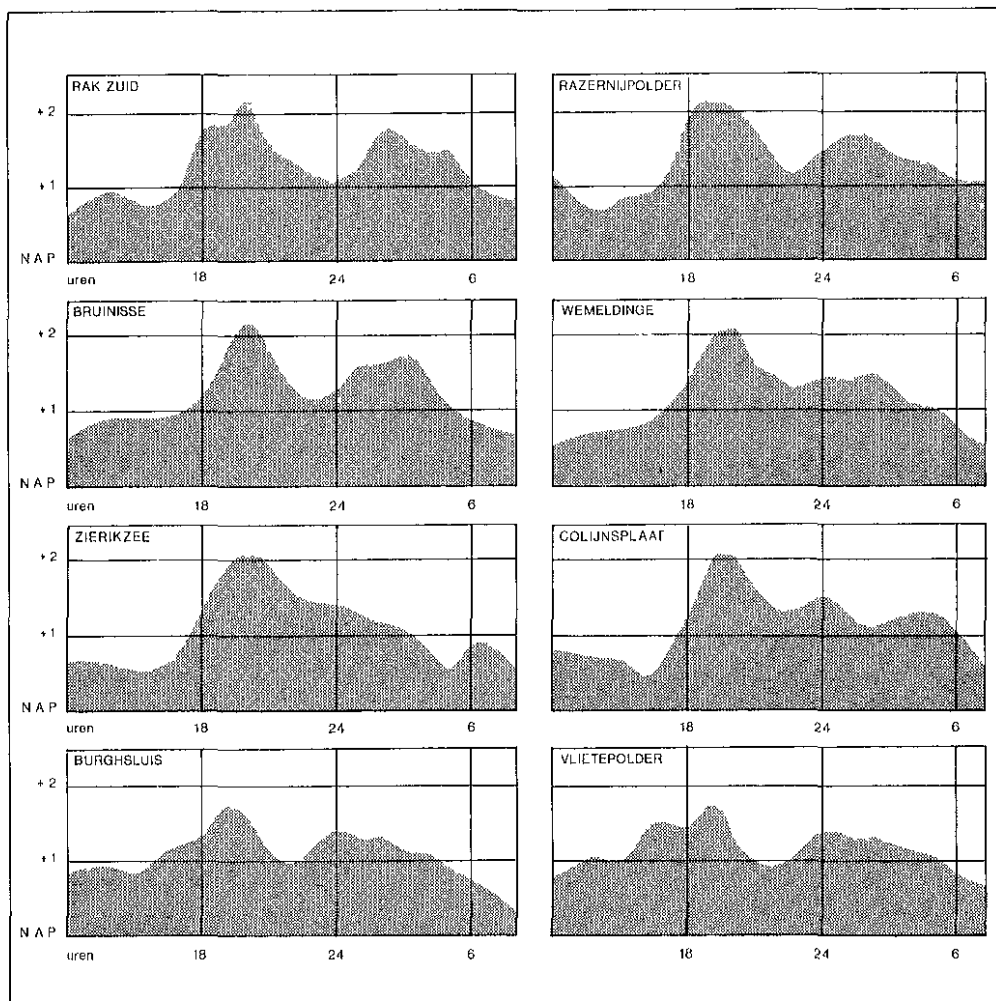


Fig. 6. Verhanglijnen op het traject Burghsluis-Volkerakdam (Rak Zuid)

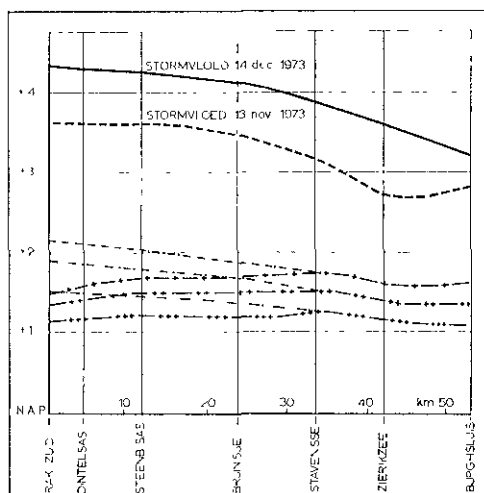
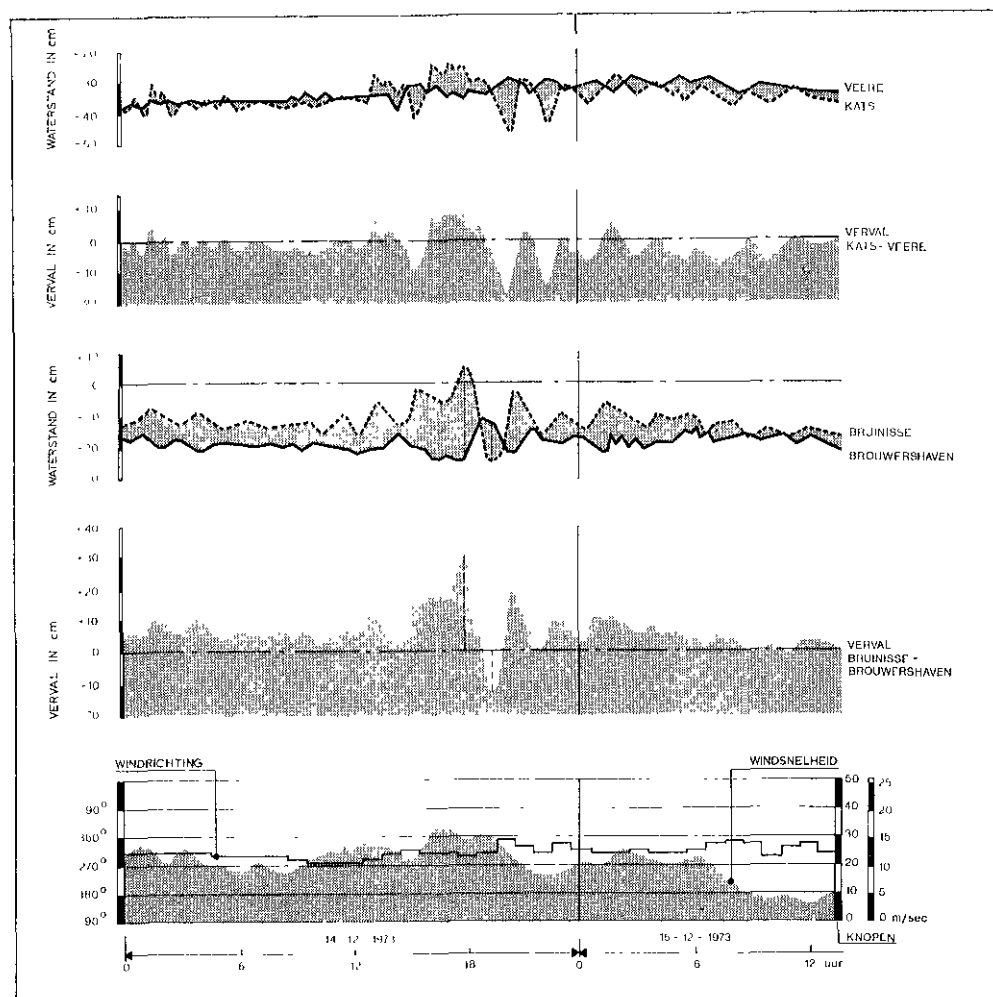


Fig. 5. Waterstanden en wind-effecten op het Grevelingenmeer en het Veerse Meer tijdens de storm van 14 december 1973



voor respectievelijk het Veerse Meer en het Grevelingenmeer tijdens de laatste grote storm van 1973. Om de vervalckromme te interpreteren heeft men tevens een voorstelling nodig van het verloop van de windsnelheid en de windrichting. Daarom zijn deze gegevens voor het station Vlissingen onderaan de figuur meegegeven.

Tussen 16 en 17 uur daalde de windsnelheid van gemiddeld $17\frac{1}{2}$ m/sec tot $14\frac{1}{2}$ m/sec om 18 uur. Om 19 uur was de snelheid weer toegenomen tot 16 m/sec. Daarna nam de windsnelheid af tot 8 m/sec om 22 uur. Tevens ruimde de wind toen van NNW naar NW ten Noorden. De stuwende kracht waarmee het water tot dan toe in oostelijke richting was gedreven, viel daarmee gedeeltelijk weg, wat tot direct gevolg had dat de waterstanden te Kats en te Bruinisse scherp daalden, zelfs tot beneden de waterstanden aan de westzijde van beide meren. Op 15 december luwde de storm. Beide meren kwamen toen in een periode van uitslingering, wat vooral aan de vervalckromme van het Grevelingenmeer goed te zien is. Berekeningen en metingen van stroomsnelheden zijn in de beide meren niet uitgevoerd. Uitgaande van de resultaten van vroegere berekeningen en metingen kan vrijwel met zekerheid worden gezegd dat de stroomsnelheden tijdens de hier besproken stormachtige perioden vrij groot zijn geweest, en dat ze de menging in beide meren aanzienlijk hebben bevorderd.

Golfwaarnemingen

Tijdens de stormen van 21 oktober, 13 november en 14 december 1973 zijn hoge golven

voor de kust opgetreden. Figuur 7 geeft een overzicht van de verschillende meetstations die tijdens de stormperiode informatie over de golfbeweging hebben verzameld. De meetstations O.S.X., BG II, Ha VI en Ha I staan langs de zeewaartse rand van de onderwaterdelta van de Oosterschelde, het Brouwershavense Gat en het Haringvliet. De twee eerstgenoemde stations op een diepte van N.A.P. - 10 m, en de overige op N.A.P. - 5 m. Daarnaast bevinden zich nog twee stations in de nabijheid van het damtracé van de Oosterschelde op ongeveer N.A.P. - 5 m, één station op 1 km zeewaarts van de Haringvlietsluizen en één meetstation ten zuidwesten van de Maasvlakte. Twee van deze meetstations, Ha VI en Ma III, zijn tijdens de storm van 12 en 13 november omvergegaan, terwijl O.S. X tijdens de novemberstorm defect was. Uit de verkregen golfregistraties is een aantal karakteristieke parameters van het golfbeeld berekend, de gemiddelde golfperiode en de significante golfhoogte, dat is de gemiddelde hoogte van het hoogste derde deel der golven van een waarneming. In het algemeen kan een duidelijke invloed worden vastgesteld van variaties in de windsnelheid. Daarnaast valt, met name voor de meetstations O.S. IX, O.S. IV en E '70, de invloed op van het waterstandsverloop.

Tijdens de storm van 21 oktober zijn de hoogste golven opgetreden omstreeks het hoogwater van 10 uur.

Langs de zeewaartse rand van de onderwaterdelta zijn in de Oosterschelde significante golfhoogten en gemiddelde golfperioden gemeten van respectievelijk 4,6 m en 6,6 sec bij een waterstand van ongeveer N.A.P. + 2 m. In de mond van het Haringvliet zijn wat

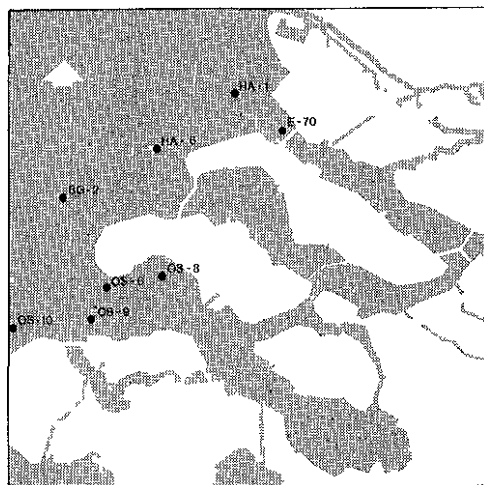
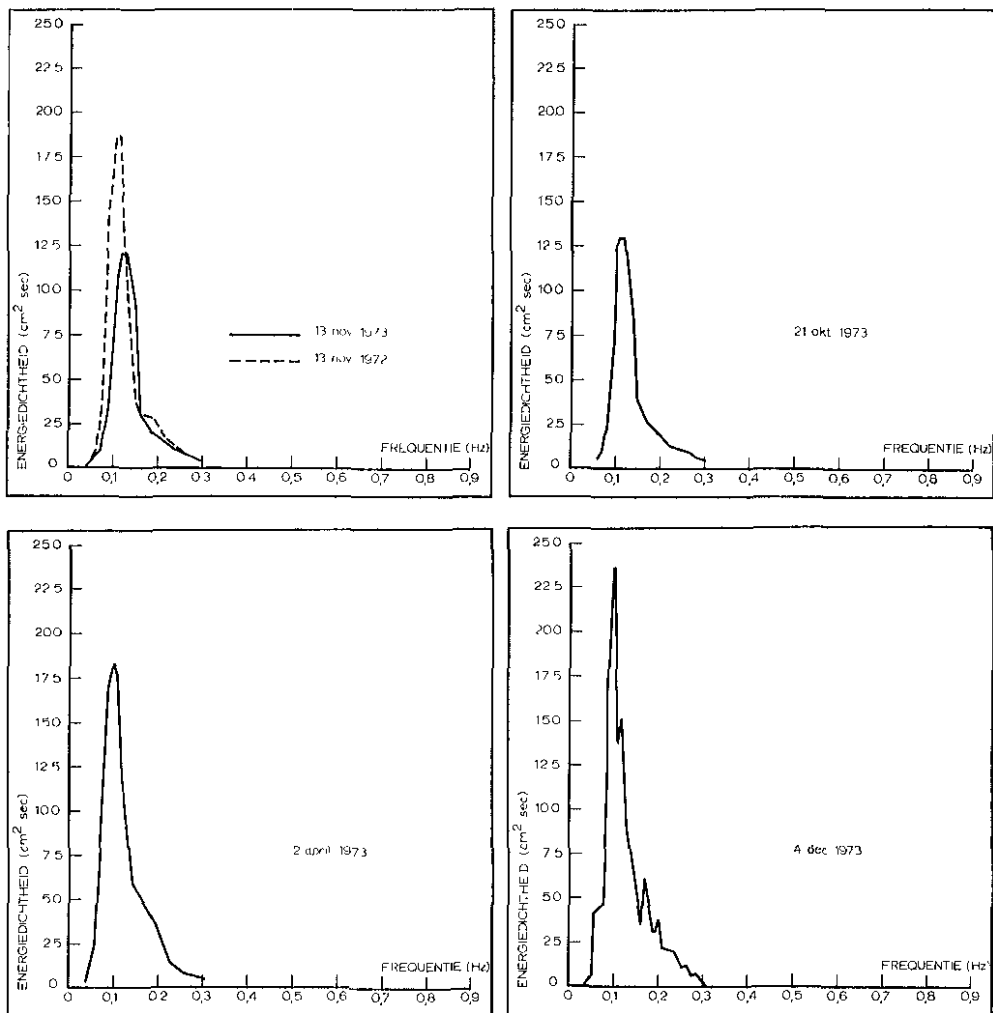


Fig. 7. Plaats van golf- en getijmeetopstellingen in het Deltagebied



lagere waarden gemeten, respectievelijk 3,6 m en 6,4 sec. Vooral de significante golfhoogte was dus geringer. Deze verlaging is het gevolg van het ondieper liggen van de bodem ter plaatse van de meetstations. De verder landinwaarts gelegen stations tonen nog verder gereduceerde waarden, als gevolg van het energieverlies dat de golven onder vinden terwijl ze via geulen en platen verder de zeearm inlopen.

Ter plaatse van het damtracé in de Oosterschelde liepen de waarden van de significante golfhoogten en van de gemiddelde golfperiodes terug tot respectievelijk 2,0 m en 3,8 sec. Op 13 november traden de hoogste waarden op tijdens het hoogwater van 16 uur. De waterstand bedroeg toen ongeveer N.A.P. + 2,4 m. Langs de zeewaartse rand van de onderwaterdelta van de Oosterschelde

Fig. 8. Golfenergie-dichtheids-spectra van enkele stormvloed en in de jaren 1972 en 1973

bedroeg de significante golfhoogte 3,8 m, en de gemiddelde golfperiode 6,0 sec. Ter plaatse van het meetstation Ha VI waren de overeenkomstige waarden 3,0 m en 6,0 sec. Bij het meetpunt E '70 bedroegen ze 1,2 m en 4,3 sec. Over het algemeen waren de gemeten waarden wat lager dan tijdens de oktoberstorm. De oorzaak daarvan ligt voornamelijk in de wat lagere windsnelheden. In december traden weer enkele stormen op, de zwaarste op 14 december. De hoogste golven werden toen gemeten tijdens het hoogwater van 18 uur. Bij een waterstand van N.A.P. + 3,0 m zijn langs de zeewaartse rand van de Oosterscheldemond significante golfhoogten van 4,7 m gemeten. De daarbij behorende gemiddelde periode bedroeg 6,4 sec. Langs de zeewaartse rand van de mond van het Haringvliet bedroegen deze waarden respectievelijk 3,7 m en 7,4 sec. Ter plaatse van het damtracé in de Oosterschelde was de golfbeweging aanzienlijk gedempt, en wel tot waarden van 2,5 m en 5,2 sec. In de mond van het Haringvliet was de golfbeweging ter plaatse van E '70 gereduceerd tot respectievelijk 0,8 m en 4,2 sec.

Uit de bespreking blijkt dat de onderwaterdelta een reducerend effect heeft op de naar binnen lopende golven. Deze reductie wordt voornamelijk veroorzaakt door de breking der golven. Ze heeft tot gevolg dat er bij een bepaalde waterdiepte een bovengrens is aan de mogelijke golfhoogten.

Om er een indruk van te geven in hoeverre de besproken najaarsstormen nu vergelijkbaar zijn met de zeer zware stormen van 12 en 13 november 1972 (Bericht 63, februari 1973) en die van 2 en 3 april 1973, zijn de golfenergie-dichtheidspectra, de significante golfhoogten en de gemiddelde golfperioden van metingen bij gelegenheid van al die stormen in punt BG II weergegeven (fig. 8 en tabel II). Dan blijkt dat de stormen gemeten naar de golven die ze opriepen voor de kust van het Delta-gebied, ongeveer even zwaar waren. Alleen de novemberstorm van het afgelopen najaar was iets minder zwaar.

Niet ieder jaar kent een even zwaar stormseizoen. Uit een vergelijking van de overschrijdingsfrequenties van windsnelheden voor de periode september-december van de jaren 1970 tot 1972 met de overeenkomstige waarden voor najaar 1973 blijkt dat 1973 een zeer 'onrustig' stormseizoen heeft gehad. Het aantal stormen waarin windsnelheden van meer dan 18 m/sec voorkwamen, lag in 1973 ongeveer zesmaal zo hoog als in de andere jaren.



A. De werken van het Deltaplan

In Bericht 64 (mel 1973) worden de nodige doorlaatmiddelen in de Oosterscheldedam en de Brouwersdam besproken. Voordat met de bouw van deze doorlaatmiddelen kan worden begonnen, moet echter eerst een bouwput worden gemaakt. Dit artikel handelt over de aanleg van de bouwput voor de sluis in de Brouwersdam.

De bouwput is gesitueerd aan de rand van de voormalige diepe geul, het eigenlijke Brouwershavense Gat. De keuze van deze plaats werd allereerst bepaald door de wens om de sluis in de voormalige stroomgeul te leggen, en de stroomgeul dus te gebruiken voor de aan- en afvoer van het passerende water. Dat de sluis niet in het diepste gedeelte maar aan de rand van de voormalige geul komt te liggen vindt zijn oorzaak in het feit dat het uiterst bezwaarlijk is om door de destijds op de diep gelegen geulbodem gelegde bodembescherming met steenbestorting heen de zuigbuizen voor de bronbemaling aan te brengen. De sluis is nu zo geplaatst dat in ieder geval langs één lange zijde, de noordzijde, van de bouwput alle bronnen kunnen worden aangebracht omdat de bodembescherming daar zo hoog ligt dat ze zonder veel moeite verwijderd kan worden. Het ontwerp van de bouwput is gebaseerd op een aantal randvoorwaarden. De bodemafmetingen van de bouwput moeten zodanig zijn dat behalve de twee nodige sluisokers ook het stortbed aan de zeezijde en een gedeelte van het stortbed aan de meerzijde erin kunnen worden gemaakt en er dan bovendien nog voldoende werkruimte overblijft. De bodem van de bouwput wordt ongeveer 1 m hoger gehouden dan de aanlegdiepte van de te bouwen sluisokers; de bouwput kan dan later ten behoeve van die bouw dieper worden ontgraven, zodat zekerheid bestaat dat het kunstwerk op ongeroerde grond wordt gefundeerd. De taludhellingen moeten voorts zo zijn, dat de stabiliteit van de bouwput erdoor wordt gegarandeerd. De westelijke ringdijk vormt gedurende de gehele periode die voor de bouw van het kunstwerk nodig is, de

De bouwput voor de doorlaat-sluis in de Brouwersdam

hoofdwaterkering. Het profiel van deze ringdijk moet daarom zodanig zijn dat de veiligheid van het werk en de waterkering verzekerd is gedurende de, betrekkelijk korte, tijd waarin de ringdijk dienst moet doen. De ringdijk verkrijgt daarom een zodanig dwarsprofiel en zo'n hoge kruin dat de golfoploop die behoort bij een storm met een kans van voorkomen van 1% per jaar de kruin net niet bereikt. Het verkeer over de oostelijke parallelweg, de hoofdrijbaan en de recreatieweg op de buitenberm moet ook gedurende de bouw van het kunstwerk doorgang kunnen vinden. De bodembescherming die op de vroegere geulbodem is aangebracht en de daarop opgestorte sluitkade van betonblokken moeten in den droge worden verwijderd.

Het ontwerp van de bouwput dat aan de hand van deze voorwaarden werd opgesteld, vindt men in bijgaande tekeningen globaal weergegeven. De westelijke ringdijk krijgt een kruinhoogte van N.A.P. + 8 m en een buitenbeloop onder een helling van 1 : 4, onderbroken door een berm van minimaal 10 m breedte op N.A.P. + 5 m. De weg voor het recreatieverkeer, die langs de gehele zeezijde van de Brouwersdam loopt, kan ook over de buitenberm van de westelijke ringdijk worden doorgetrokken. Pas als de westelijke ringdijk gereed is gekomen, mag in het bestaande damlichaam worden gegraven, onder voorwaarde dat het verkeer over de dam niet wordt onderbroken en de wegen op de dam daartoe intact worden gelaten tot ook de oostelijke ringdijk is voltooid en de wegen daarop zijn overgebracht. Het zand voor de ringdijken wordt gewonnen door aan de meerzijde van de dam reeds een gedeelte

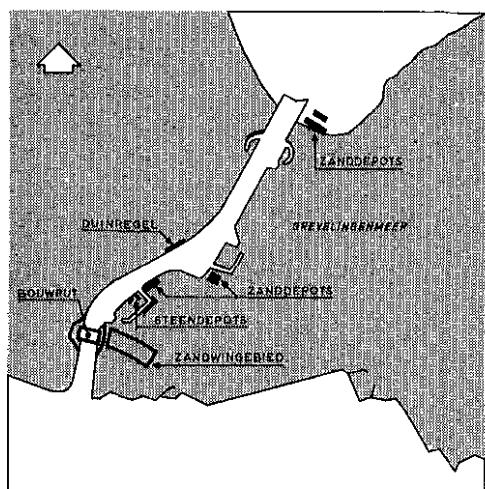
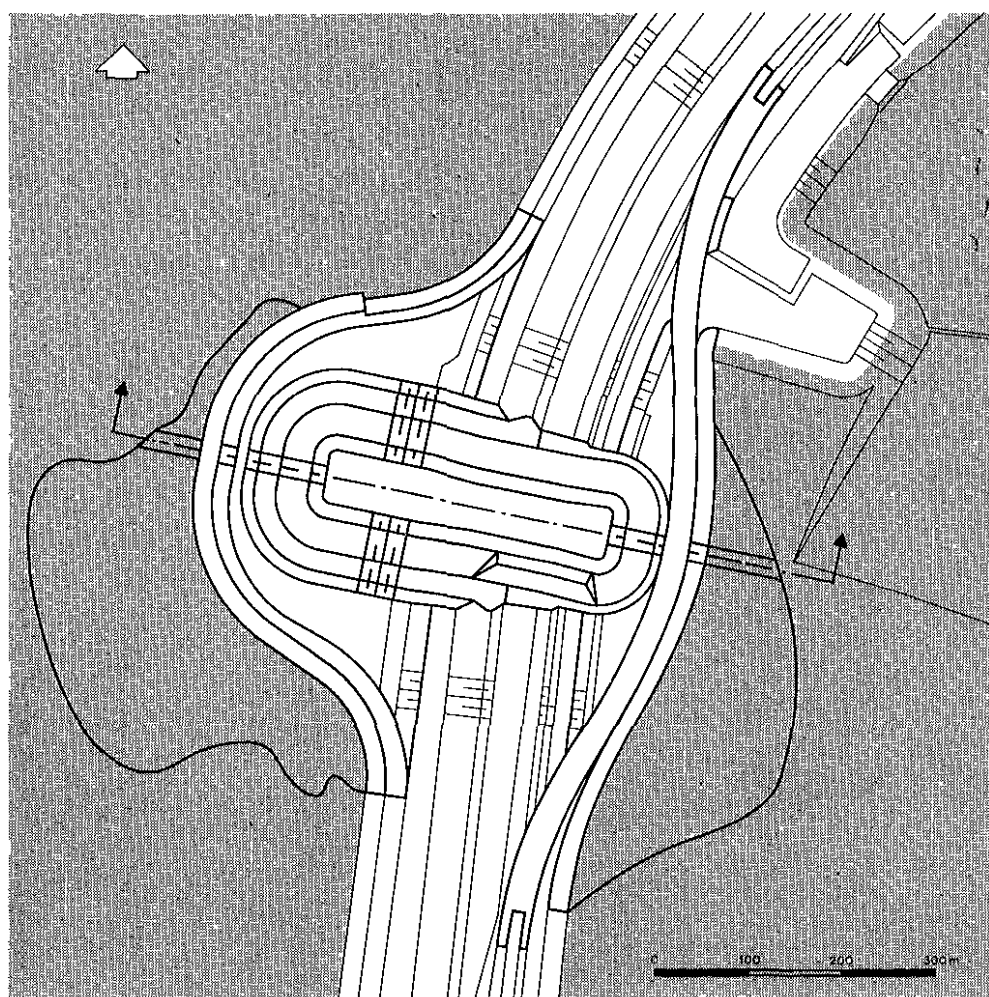


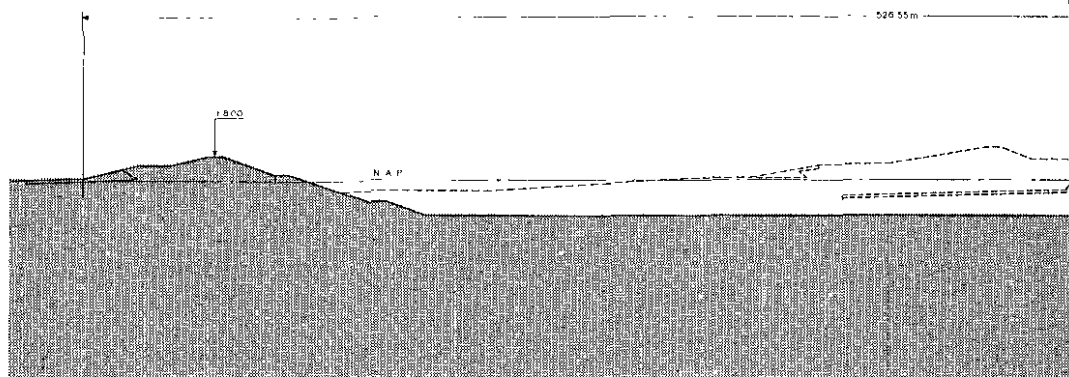
Fig. 1. Situatie van het te maken werk

Fig. 2. Overzicht van de bouwput



van de toekomstige toeleidingsgeul te graven. Het zand dat bij het graven van de bouwput vrijkomt, wordt langs de Brouwersdam in een duinregel verwerkt en verder in verscheidene depots opgeslagen. Twee van deze depots, namelijk die bij Goeree en bij de haven van de Kabbelaarsbank zullen later worden aangesproken voor de uitvoering van inrichtingswerken in het Grevelingenmeer. Het depot bij de Middelpaats is bestemd om later te worden gebruikt voor het aanvullen van de bouwput. Het zand in de duinregel aan de zeezijde van de Brouwersdam dient als versterking van de zich ter plaatse op natuurlijke wijze vormende duinregel en als suppletie voor het strand. De bouwput moet aanvanke-lijk tot op de steenbestorting van de bezin-king en tot op de blokken van de sluitkade worden ontgraven. Het is de bedoeling om

de beschadigde blokken naar de haven die bij het Springersdiep aan de zeezijde van de dam ligt, om de havendam daar te versterken. De stortsteen wordt afgevoerd naar de haven van de Middelpaats en daar in depot opge-slagen. Later kan deze steen worden gebruikt voor het maken van bodembeschermingen in de nabijheid van de sluis. Het moeilijkste werk zal waarschijnlijk nog het opruimen van de klassieke rijshouten zinkstukken zijn. Deze stukken moeten worden afgevoerd en langs de havendam aan de haven van de Middelpaats worden verwerkt. Die havendam wordt namelijk met behulp van bij het graven van de bouwput vrijkomende en voor andere be-stemmingen niet meer geschikt geachte mate-rialen verbreed en daarmee voor recreanten – vooral sportvissers – toegankelijk gemaakt. Doordat in de te ontgraven bouwput een

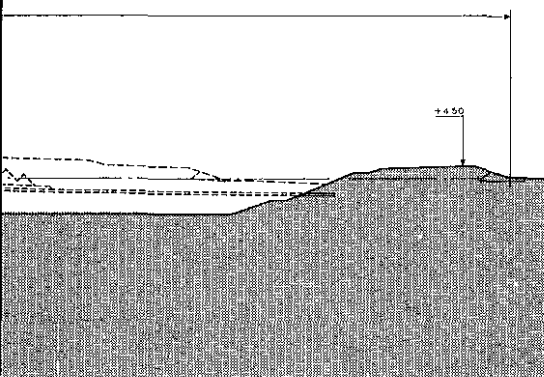


daarna de bezinking gedurende een week en de blokkendam gedurende vier weken onaan-geroerd te laten liggen. Gedurende die tijd kunnen gegevens over de bodembescherming en de blokkendam worden verzameld. Men kan dan bijvoorbeeld nagaan hoe de ligging van de in 1967 afgezonken zinkstukken thans is, en hoe de stortsteen over de stukken is verdeeld. Ook zullen er gegevens verzameld kunnen worden met betrekking tot de talud-hellingen van de blokkendam, de holleruimte-percentages erin, en de mate waarin die ruimten tenslotte zijn gevuld.

Na die onderzoeksperiode zullen stortsteen, bezinking en betonblokken worden opge-nomen en afgevoerd. De onbeschadigde betonblokken worden naar de werkhaven Schelphoek gebracht om bij de werken in de Oosterschelde te kunnen worden gebruikt;

Fig. 3. Doorsnede van de bouwput en het op te ruimen dijklichaam

bodembescherming en een blokkendam voorkomen, is het niet mogelijk eerst het meeste zand in den natte te baggeren, daarna de put droog te pompen en dan in den droge het resterende zand te ontgraven, zoals men gewoon is te doen. Alle of in ieder geval het grootste deel van de ontgraving moet hier in een droge bouwput geschieden. Daarom is in het bestek voor het maken van de bouwput tevens het aanbrengen en exploiteren van de nodige bemalingen opgenomen. Om een indruk te krijgen van het te verwachten waterbezwaar van de bouwput is advies ingewonnen bij het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening. Dit Instituut heeft een aantal pomp-proeven verricht. Men verwacht de vereiste verlaging van de grondwaterstand te kunnen bereiken door de plaatsing van 40 bronnen met elk een capaciteit van 50 m³/uur.

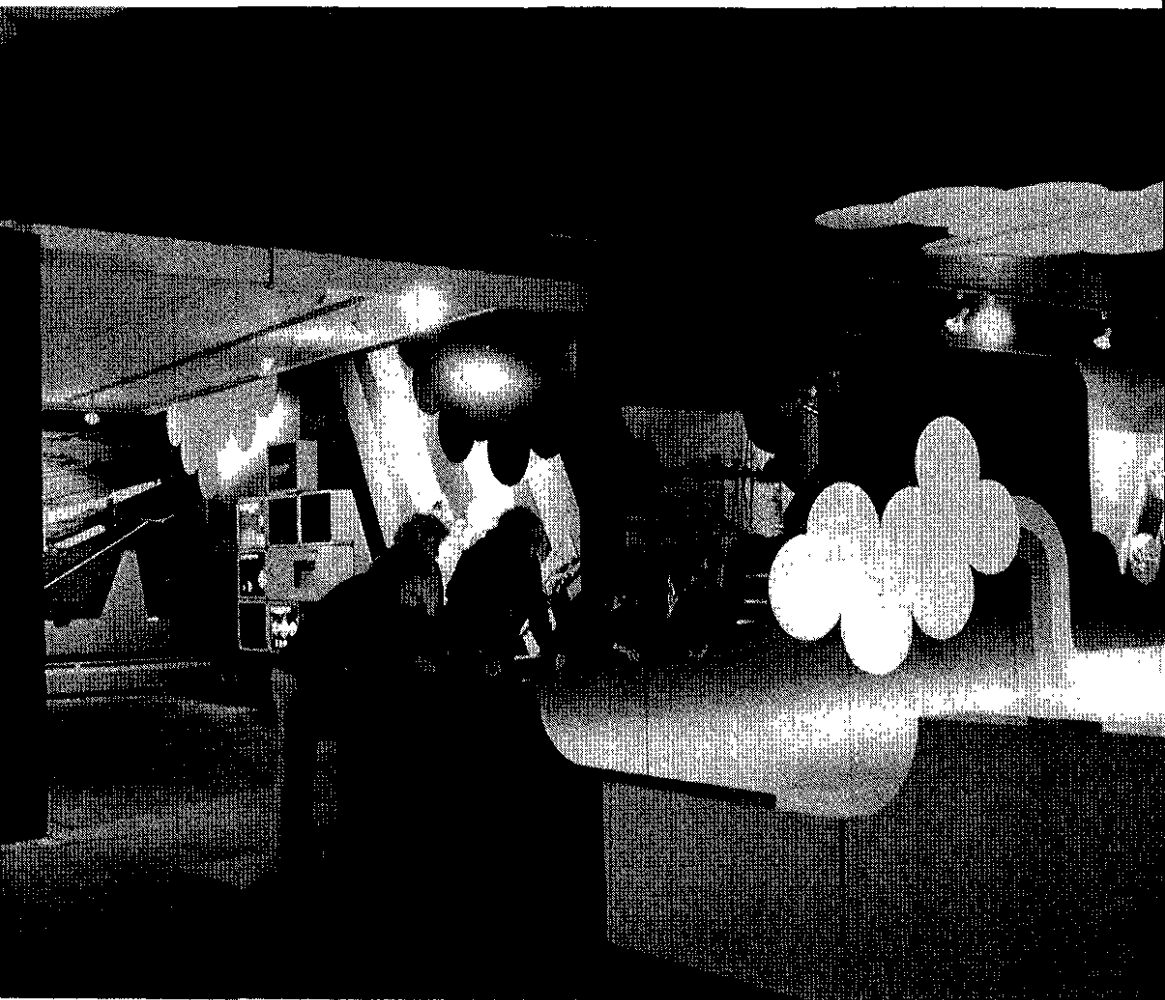


In het berekende waterbezwaar van 1840 m³/uur is het water dat door de blokkendam heen kan worden aangevoerd, niet begrepen. Over de waterdoorlatendheid van de blokkendam is weinig bekend; om hier wat meer inzicht in te krijgen wordt door de Deltadienst een pompproef verricht. Om nu het water dat de blokkendam doorlaat naar de bouwput te kunnen opvangen wordt daar waar de blokkendam in de bouwput uitmondt, in de op N.A.P. - 7,50 m gelegen berm een bassin gegraven van 1500 m³ inhoud, van waaruit het water met behulp van een centrifugaalpomp naar buiten de bouwput kan worden gepompt. De zandtaluds van de bouwput worden met een 2 cm dik laagje bekledingsgrond tegen verstulping beschermd. De bekledingen van de ringdijken zijn nagenoeg gelijk aan de bekleding van de Brouwersdam. De westelijke

ringdijk wordt tussen N.A.P. + 0,4 m en N.A.P. + 5 m voorzien van een met gietasfalt gepenetreerde stortsteenglooiing, en op de buitenberm, het binnen- en buitenbeloop en de kruin van een bekleding van asfaltbeton. In de buitenteen van de westelijke ringdijk wordt een gewapend-betonnen damwand aangebracht met daarvóór een bodembescherming. Waar de ringdijk later wordt doorgebaggerd zal de bodembescherming worden gevormd door kraagstukken afgestort met 800 kg stortsteen per m²; over de overige lengte door met grind gevulde draadkorven met daarlangs een slab van gietasfalt. De oostelijke ringdijk wordt tussen N.A.P. + 0,3 m en N.A.P. + 2 m voorzien van een 15 cm dikke glooiing van betonblokken. In de teen van de ringdijk wordt een houten teenschot aangebracht met daarvoor een bodembescherming van polypropeenweefsel afgestort met een bestorting van 500 kg grind en stortsteen per m². Het talud van de oostelijke ringdijk boven de betonglooiing en de bermen langs de wegen worden voorzien van een kleibekleding.

Het maken van de bouwput is op 31 mei 1974 aanbesteed. De laagste inschrijver was de Aannemingsmaatschappij Van Oord Utrecht N.V., aan wie het werk is gegund voor een bedrag van f 7 225 000,-. Het werk is inmiddels in volle uitvoering.

**Een nieuwe Delta-expo
te Stellendam**



De Deltawerken-in-uitvoering hebben altijd veel bekijks getrokken. De conceptie van het gehele plan en de uitvoering van de verschillende grote werken waaruit het bestaat, hebben niet alleen gesproken tot de verbeelding van technici; ook het grote publiek voelde er zich toe aangetrokken. Dat kwam tot uitdrukking enerzijds in veelvuldige aanvragen om voorlichtend materiaal onder meer bij de Deltadienst in Den Haag, anderzijds in de frequente bezoeken die gezinnen of groepen brachten aan de werken zelf. Het mag geen verwondering wekken dat de uitwateringssluizen in het Haringvliet een groot deel van die aandacht voor zich hebben opgeëist. Het feit dat voor dit kunstwerk eerst een afzonderlijk eiland moest worden gemaakt, de afmetingen van de vaste constructies en bewegende delen, en het technisch vernuft

Delta-expo in bedrijf. De bezoekers kijken naar de maquette van de Haringvlietssluizen

Dammenbouw in beeld gebracht

dat erin tot uitdrukking komt, maakten van de sluisen-in-aanbouw een echte bezienswaardigheid.

Wel heeft de Deltadienst van de aanvang af naar vermogen aan de publieksvoorlichting meegewerkt, maar op de werken voelde ze dit niet als haar eigenlijke taak. Ze stelde materiaal en deskundigheid ter beschikking, maar de exploitatie van de publieksvoorlichting op de werken werd zo veel als mogelijk was overgelaten aan derden. Zo ook te Hellevoetsluis. Na een bescheiden begin – een maquette op een café-tafel – heeft de voorlichting te Hellevoetsluis, nadat daarvoor eenmaal de stichting 'Hadex' was opgericht, al spoedig de gedaante aangenomen van een instructieve tentoonstelling, waarvan het hoofddeel gewijd was aan de Haringvlietssluizen.

Vanaf 1966 werd deze voorlichting in een nieuw gebouw van het Rijk te Stellendam voortgezet door de havendienst Spido te Rotterdam. Toen de werken in 1970 gereed kwamen, achtte men bij de Deltadienst de tijd van de publieksvoorlichting voorbij. De sluisen gingen dicht, en de tentoonstelling ook.

Maar na ongeveer een jaar kwam het publiek opnieuw. Eenzelfde ervaring heeft men na de afsluiting van de Lauwerszee te Lauwersoog opgedaan, waar de werken toch heel wat minder spectaculair zijn als bij Stellendam. In november 1972 is de tentoonstelling dan ook op initiatief van de inmiddels opgerichte afdeling Publieksvoorlichting van het ministerie van Verkeer en Waterstaat in aangepaste vorm weer geopend. Het Rijk levert nog steeds het gebouw, richt de tentoonstelling in,



en heeft de supervisie. Exploitatie en promotie worden echter behartigd door het Nationaal Bureau voor Toerisme. De nieuwe expositie trok in anderhalf seizoen 64 000 bezoekers, en was daarmee een doorslaand succes gebleken.

In 1973 is de explosie aanzienlijk uitgebreid. Samen met soortgelijke exposities te Lauwersoog en te Lelystad brengt ze een belangrijk deel van de waterstaatkundige geschiedenis van Nederland en van de tegenwoordige activiteiten van de Rijkswaterstaat in beeld. Men krijgt er aan de hand van kaarten, foto's, maquettes, teksten en dia's een indruk van de landaanwinning en het landverlies van de laatste eeuwen, van de Zuiderzeewerken en – dat is hier de hoofdzaak – van de Deltawerken. Voorgeschiedenis, conceptie, waterloopkundige en technische aspecten, uitvoe-



Waterstaatsgeschiedenis
 Ir. Lely naast een klassiek
 polderlandschap Rechts
 theorie van de getijden

ringsproblemen, afsluittechnieken, milieuproblematiek, dat alles komt aan de orde. Een filmzaaltje in het centrum van de tentoonstelling nodigt tot rusten. Men kan daar, behalve een impressiefilm over de Deltawerken,

twee films zien over het ontstaan van Nederland en een documentaire over constructie en functie van de Haringvlietsluizen. Het gesproken commentaar kan worden gegeven in vier talen.

Pronkstuk van de tentoonstelling is een bewegende maquette van de Haringvlietsluizen, schaal 1 : 100.

Men kan de nabijgelegen werkelijke sluisen niet alleen van buiten bekijken, er is ook gelegenheid om in het zuidelijke landhoofd naar binnen te gaan, en een sluismoot en een machinekamer te bezichtigen, terwijl men in de Nablaligger loopt. Bovendien is in het zuidelijk landhoofd een tweede zaaltje ingericht voor lezingen en film- of diavertoningen. Minister Westerterp heeft de nieuwe tentoonstelling op 10 april 1974 geopend. Tot 1 juli zijn er 20 000 bezoekers geweest.

In juli 1973 werd de verbetering aanbesteed van een stuk zeedijk van de calamiteuze Willem-Annapolder en van een gedeelte van de zeedijk van de Boonepolder van het waterschap 'De brede watering van Zuid-Beveland', beide gelegen langs de Westerschelde. De versterking van de hoogwaterkering van de Willem-Annapolder behoort volgens het urgentieschema 1959 van Gedeputeerde Staten van Zeeland tot de dijkverbeteringen van de derde periode: 1969-1973. Het is een dijkvak van 3300 m, dat aan de oostzijde aansluit op het al versterkte dijkvak langs de polder 'De brede watering bewesten Yerseke', en aan de westzijde op het overige deel van de zeewering langs de Willem-Anna- en Boonepolder, dat ook al versterkt is. Langs de Boonpolder moet nog een dijkvakje worden verhoogd van 300 m lengte. Het is een uitgestelde verzwarende ter plaatse van de uitwateringssluits die tot aan het gereedkomen van het gemaal 'Maelstede' in de Heer Janspolder in gebruik was gebleven. Dat gemaal bemaalt nu echter zowel het afwateringsgebied van de sluis in de Willem-Annapolder als dat van de sluis in de Boonepolder, zodat die beide sluizen hun functie hebben verloren; ze worden derhalve grotendeels gesloopt, en voorzover dat niet gebeurt, in het dijkprofiel opgenomen. Het resterende dijkvakje van de Boonpolder wordt nu maar meteen op Delta-hoogte gebracht, nu de versterking van de zeedijk van de Willem-Annapolder ter hand wordt genomen. Als het hier beschreven werk voltooid is, zal er, met uitzondering van een kort stukje ter plaatse van de bebouwing van Hansweert, 22 km aaneengesloten zeewering op Delta-hoogte zijn verkregen, die elf kilometer westwaarts van Hansweert reikt tot de Baarlandpolder, en elf kilometer oostwaarts tot de Zimmermanpolder.

De verhoging en verzwarende van het dijkvak langs de Willem-Annapolder zal worden uitgevoerd met inachtneming van het bestaande tracé. Een paar panden moeten er voor worden afgebroken. Aan de zeezijde wordt een gedraineerde zandaanvulling aangebracht, en afgedekt met een kleibekleding die op de kruin 80 cm en op andere plaatsen 60 cm dik is. De nieuwe taluds worden afgewerkt onder een helling van 1 : 3, behalve het buitenbeloop beneden de berm, waarvoor een helling van 1 : 4 wordt aangehouden. De

Verzwarende van de zeewering op Zuid-Beveland

kruin wordt 2,5 m breed gemaakt. De bazaltglooiing op het buitenbeloop wordt opgetrokken tot N.A.P. + 4 m, met daarboven een strook van 60 cm Vilvoordse steen, die uit de vorige dijkbekleding komt. Om een goede aansluiting te krijgen van de oude op de nieuwe bekleding, wordt een strook van 2 m opgenomen en opnieuw gezet. De buitenberm, waarvan de breedte verloopt tussen 5 en 7,7 m, komt ongeveer op de hoogte te liggen van de oude kruin. Op de nieuwe binnenberm, die 10 m breed wordt, komt een 3 m brede weg met een gesloten verharding, ter vervanging van de deels onverharde weg die er nu ligt. Er zijn een paar dijkovergangen geprojecteerd.

Een nieuwe dijksglooiing vormt aan de binnenzijde de grens van de waterkering en verzorgt tevens de afvoer van overtollig hemelwater. De kruinhoogte bedraagt uitgaande van een stormvloedpeil van N.A.P. + 5,90 m met een golfoploop van 1,25 m, een overhoogte van 0,50 m: N.A.P. + 5,90 m + 1,25 m + 0,50 m = N.A.P. + 7,65 m, afgerond N.A.P. + 7,75 m.

De laagste inschrijving voor het werk werd ontvangen van Aannemers- en Handelsbedrijf Van Oord Werkendam b.v. te Werkendam voor een bedrag van f 2 784 000,- excl. o.b. In de kosten van uitvoering van de werken, met inbegrip van de kosten van de ter beschikking te stellen materialen en overige bijkomende kosten is een rijksbijdrage van 100% toegekend. Het werk, waarvan de uitvoering in september 1973 ter hand is genomen, moet uiterlijk op 1 juli 1975 worden opgeleverd.

Vorderingen

A. De werken van het Deltaplan

Derde schutsluis, inlaatsluis en jachtensluis in de Volkerakdam

Het betonwerk van de derde schutsluis is nagenoeg voltooid. Voortgegaan werd met de opbouw van twee pijlers van de inlaatsluis tot N.A.P. + 3,50 m, dat is de hoogte die overeenkomt met de bovenkant van de schuif in neergelaten toestand.

Tevens heeft men de opbouw van het benedenhoofd van de jachtensluis en het maken van de vleugelwanden aan beide zijden van de sluis voortgezet. Ook het werk aan de pijlers voor de overbrugging van de schutsluis vordert; er moet nu nog één pijler worden gemaakt, en het westelijke landhoofd. De fabricage van voorgespannen liggers voor deze brug is nagenoeg voltooid. In een aantal velden zijn de liggers reeds aangebracht.

Tegelijkertijd zijn in uitvoering de bij de inlaatsluis, jachtensluis en derde schutsluis behorende geleidedammen, voorhavens, toeleidingsgeulen en stortbedden. Een begin werd gemaakt met de uitbreiding van de noordelijke voorhaven ten behoeve van de derde schutsluis. De bestaande taludverdediging werd opgenomen en in den droge verwerkt op het nieuw gegraven talud.

Uit de toeleidingsgeulen en de voorhavens is in totaal 594 000 m³ specie gebaggerd. Ten behoeve van de geleidedammen is 680 000 m³ zand geklapt, waarop 64 000 m² bezinking is aangebracht.

In de verslagperiode is begonnen met de aanvoer en het verwerken van mijnsteen in de perskaden.

Verkeerskokers op het Helle-gatsplein

Op 8 maart jongstleden is te Utrecht de bouw aanbesteed van drie verkeerskokers in gewapend beton op het Hellegatsplein. Het werk werd opgedragen aan de laagste inschrijver, de firma Haverkort te Vroomshoop, voor een bedrag van f 3 427 000,-. Voor de bouwvakvakantie zullen alle vloermoten van het meest zuidelijke kunstwerk gereed zijn, en één of twee moten van het opgaande werk. Van het noordelijke kunstwerk zijn thans vier vloermoten gestort.

Oosterschelde

In de werkhaven Neeltje Jans werd in de afgelopen periode stortsteen aangevoerd en in depot opgeslagen. In de werkhaven Schelphoek werd steenslag aangevoerd voor de steenasfaltmatten, en deels rechtstreeks overgeslagen in elevatorbakken, deels in depot gelost. In de werkhaven Noordland werden staalslakken aangevoerd, die worden verwerkt op de bodembescherming van betonblokkenmatten in de

Roompot. In de fabriek op het werklterrein van de haven Schelphoek worden wapeningsnetten samengesteld voor de randbezinking in de Hammen. Ze worden opgerold en tegelijk met het polypropeendoek en de betonblokken voor de randverzwaring afgevoerd naar het asfaltschip 'Jan Heymans'. Dit schip is in de verslagperiode verder geautomatiseerd, en is thans in vol bedrijf bezig met het produceren en afzinken van steenasfaltmatten voor de bodembescherming in het sluitgat Hammen.

Ook het leggen van betonblokkenmatten in de Roompot werd voortgezet. In deze periode werden 40 stukken afgezonken van 200 x 30 m. Een gedeelte van de matten werd met 200 kg staal- of loodslakken per m² nabestort.

Alle pylonen voor de kabelbanen kwamen geheel gereed, uitgezonderd koppelingspyloon 4 in de Roompot, waarop de koppelligger en de kop nog moeten worden gemonteerd.

C. De werken ten noorden van Hoek van Holland

Verzwaring van de omringdijk bij de haven van Oudeschild op Texel

Op vrijdag 11 januari 1974 is het

verzwaren en verhogen van de omringdijk langs de handels- en vissershaven te Oudeschild op Texel aanbesteed. Deze omringdijk sluit aan op de recentelijk voltooide dijk langs de werkhaven van Oudeschild en op de nog te maken dijkwerken langs het dorp Oudeschild. De laagste inschrijver, aan wie het werk ook werd gegund, was de firma de Vries van de Wiel te Sint Maartensvlotbrug, die in-

schreef voor een bedrag van f 1 218 200,-, exclusief omzetbelasting.

Het werk is in februari 1974 begonnen met het aanvoeren en verwerken van het voor de dijk, de aansluitende en bijbehorende wegen en te maken opslagterreinen benodigde zand. Door het vervallen van drie bestaande coupures moet namelijk ook het weggennet worden aangepast.

Overzicht van de werkzaamheden bij de Volkerakdam.
Opname van 10 april 1974



