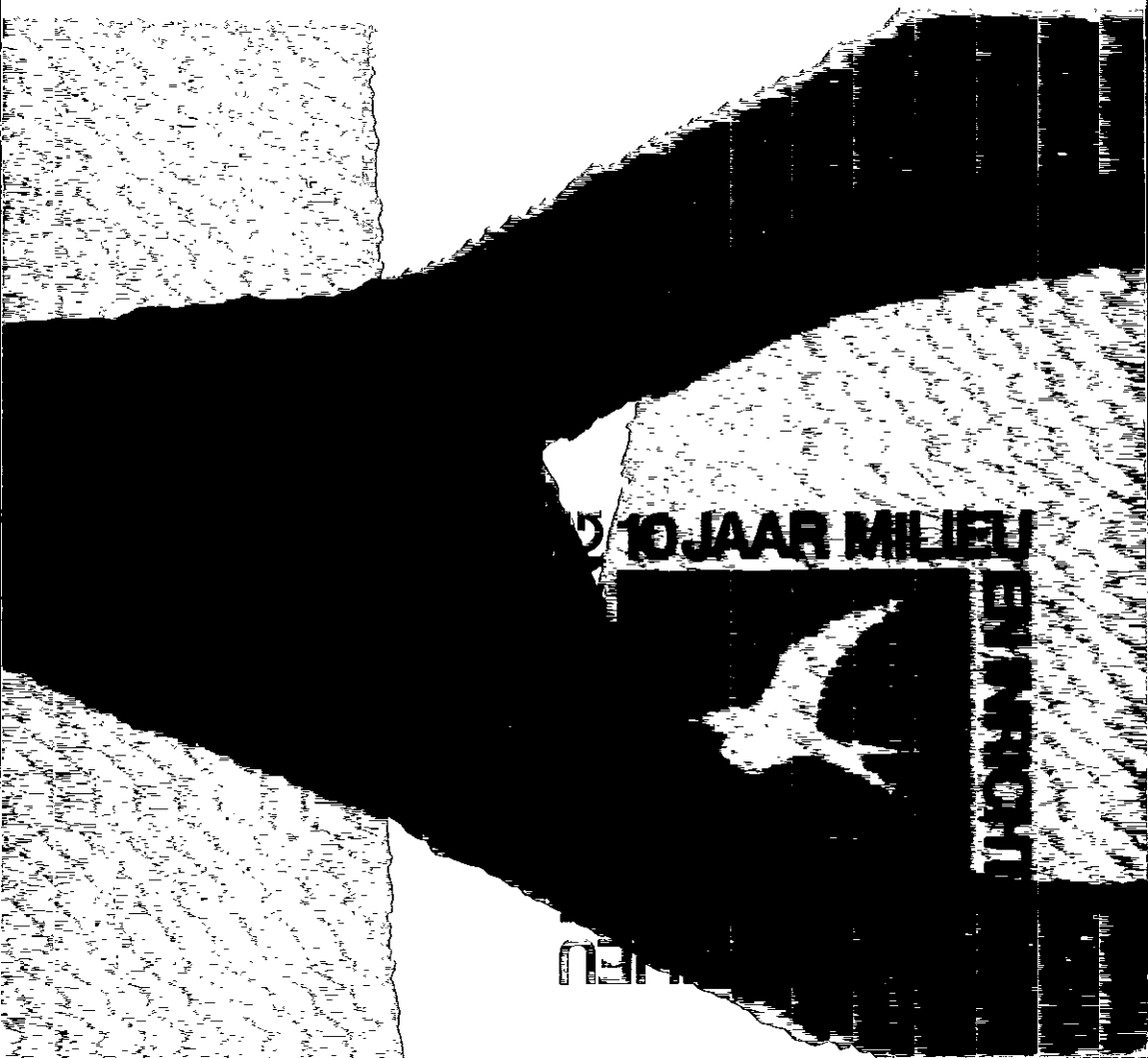


Driemaandelijks Bericht
nummer 95, februari 1981

deltawerken



10 JAAR MILIEU

EN INRICHT

NEU

gebied van de

Deltawerken

Redactie:

Deltadienst
Van Alkemadeaan 400
2597 AT 's-Gravenhage

Abonnementen en verkoop losse nummers:

Staatsuitgeverij
Chr. Plantijnstraat 1
2515 TZ 's-Gravenhage

De prijs bedraagt f 24,- per jaar
of f 6,25 per nummer

Inhoud

Ten geleide 231

Milieu en Inrichting 232

Het Deltaplan en de milieuzorg 236

De begeleiding van de werken 240

Inrichting en beheer van het Oosterschelde-
gebied 248

Aquatisch ecologisch onderzoek 254

Het beheer van de Oosterschelde-kering 262

Inrichting en beheer van het Markiezaats-
meer 272

Middelen voor het waterkwaliteitsbeheer 280

Het Deltaplan als leerschool voor de aanpak
van milieu- en inrichtingsvraagstukken 287

Summaries 294



Ten geleide

De bijzondere verwevenheid van het werk van de Rijkswaterstaat met de samenleving en met hetgeen deze samenleving bezighoudt, treedt in het Deltagebied wel zeer duidelijk aan het licht. De waterstaatswerken in het kader van het Deltaplan grijpen diep in in de ruimtelijke ontwikkeling van het gebied en in de omstandigheden *van wonen en werken, terwijl* ook aan de natuurlijke functies nieuwe grenzen worden gesteld. Het hoeft daarom geen verbazing te wekken dat in het bijzonder de Deltadienst in het afgelopen decennium werd geconfronteerd met de gewijzigde zienswijzen uit de samenleving voorzover deze betrekking hadden op de zorg die moet worden besteed aan de bestaande waarden en met name die van het natuurlijke milieu.

Om aan de milieuwaarden naast de andere aspecten evenwichtig aandacht te kunnen geven, meende de Rijkswaterstaat dat de Deltadienst niet uitsluitend zou kunnen volstaan met adviezen van buiten de dienst. Daarom werd in 1971 een afdeling Milieu-onderzoek opgericht, thans deel uitmakend van de hoofdafdeling Milieu en Inrichting. Deze combinatie met 'inrichting' duidt erop dat de aandacht niet alleen is gericht op de effecten van de waterbouwkundige werken op de bestaande milieuwaarden. Neen, ook de effecten van de werken op andere maatschappelijke functies in het gebied, denk aan scheepvaart, visserij, recreatie, enz. dienen zodanig te worden gepresenteerd, dat een goede besluitvorming mogelijk wordt.

De afdeling Milieu-onderzoek sluit bij de vervulling van haar taak aan bij het werk dat wordt verricht door andere onderzoeksinstituten, zoals het Delta-Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, het Biologisch Station Weversduin, het Rijksinstituut voor Natuurbeheer en het

Rijksinstituut voor Visserij-onderzoek.

De door de Deltadienst gevolgde koers wordt verwoord in de gekozen hoofddoelstelling: *het in samenwerking met anderen vergroten van de veiligheid in het Zuidelijk deltagebied op een zodanige wijze, dat ook de andere betrokken belangen zoveel mogelijk worden gediend, althans zo weinig mogelijk worden geschaad, waarbij speciale aandacht wordt besteed aan het handhaven en verbeteren van de bestaande en aan de ontwikkeling van nieuwe ecosystemen.* Gedacht wordt hierbij aan de ecosystemen die ontstaan zijn en nog zullen ontstaan in de bekkens achter de dammen en die, naast de zorg van de dammenbouwers, ook de zorg van de huidige en toekomstige gebruikers behoeven.

Deze aflevering van het Driemaandelijks Bericht Deltawerken is in zijn geheel benut om een beeld te geven van hetgeen de hoofdafdeling Milieu en Inrichting, na een ontwikkeling van 10 jaren, in het Deltagebied doet in samenwerking met anderen. *De artikelen beogen een indruk te geven van de wijze waarop de Rijkswaterstaat de vraagstukken waarvoor hij zich gesteld ziet, aanpakt.*

Ik ben er van overtuigd dat de hier ontwikkelde kennis van de ecologie en haar toepassingen van groot belang zijn, niet alleen voor het werk in de Delta, maar ook voor de uitvoering van werken en het voeren van beheer elders in Nederland en daarbuiten. Daarom wil ik kennisname van de inhoud van harte aanbevelen.

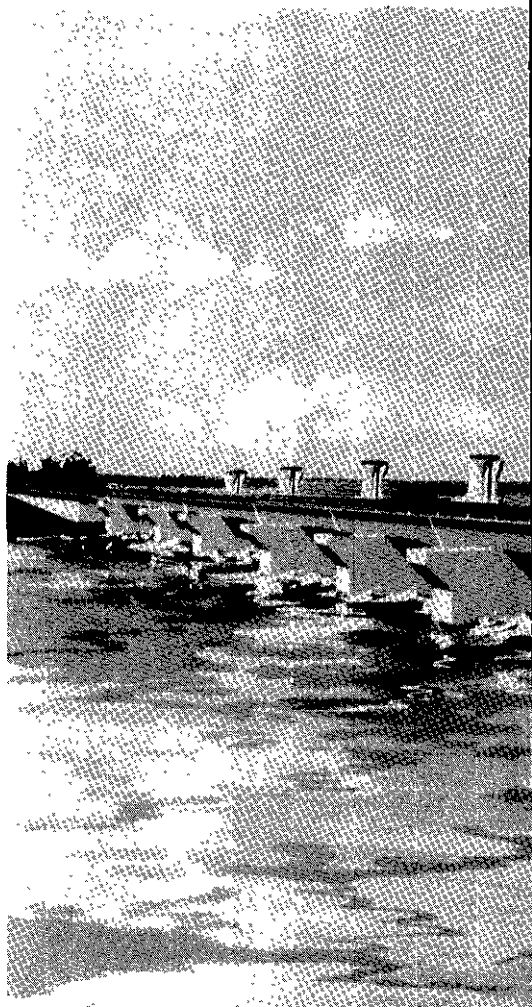
Ir. J. W. Tops,
Directeur-Generaal van de Rijkswaterstaat.

Vanaf 1971 is aan de Deltadienst van de Rijkswaterstaat een afdeling Milieu en Inrichting verbonden. De instelling van zo'n afdeling mocht destijds opmerkelijk genoemd worden, als blijk van erkenning van de noodzaak tot milieuzorg bij de uitvoering van de Deltawerken. Men zou kunnen zeggen dat hier een afdeling van een Rijksdienst werd ingesteld voor milieu-effectrapportage 'avant la lettre'. In ieder geval nog op tijd om een duidelijke partij mee te blazen in de besluitvoorbereiding die in 1976 geleid heeft tot de keuze voor de bouw van een stormvloedkering in de Oosterschelde-mond.

Milieu en Inrichting

Vanaf de start heeft deze afdeling professioneel gewerkt, dat wil zeggen vanuit het inzicht dat adviezen met betrekking tot de inrichting en het beheer van de nieuw te vormen 'milieus' wetenschappelijk gefundeerd moesten zijn en dus moesten steunen op breed opgezette onderzoeken. Tekenend was het, dat een jaar later de opening van de eerste eigen vestiging van de afdeling werd gevierd met een wetenschappelijk symposium. De brede aanpak, met onderbouwing vanuit het onderzoek, heeft inmiddels duidelijker vorm gekregen. De start, tien jaar geleden, van de afdeling Milieu-onderzoek, lijkt een goede aanleiding om in dit nummer uitvoerig aandacht te schenken aan de tegenwoordige aanpak van de milieu- en inrichtingsproblematiek vanuit de Deltadienst. De hierna volgende artikelen beperken zich niet tot het natuurlijk milieu en de wijze waarop dat door de Deltawerken wordt beïnvloed. Het milieu is immers ook de natuurlijke omgeving van allerlei menselijke activiteiten en wordt door de mens geëxploiteerd. Denk in het Deltagebied alleen al aan de schelpdiercultures en de waterrecreatie. Ook de ontwikkeling van die gebruiksmogelijkheden wordt beïnvloed door de werken.

In het eerste artikel in het Driemaandelijks Bericht dat gewijd was aan het milieu-onderzoek – Bericht 55, februari 1971 – wordt gesteld: 'Het gaat er thans om de nieuwe mogelijkheden die voor de ontwikkeling van het Deltagebied worden geschapen, optimaal te benutten met inachtneming van de gevolgen die het stimuleren van bepaalde ontwikkelingen zal kunnen hebben voor het milieu als welzijnsfactor.' Het gaat hier dus niet alleen om het milieu in die zin dat de schade door de werken zoveel mogelijk moet worden beperkt en dat met de



waterhuishouding zo gunstig mogelijke condities moeten worden bereikt, het gaat ook om een inrichting die recht doet aan de oude en nieuwe gebruiksmogelijkheden van het gebied, met inachtneming van de natuurlijke waarden.

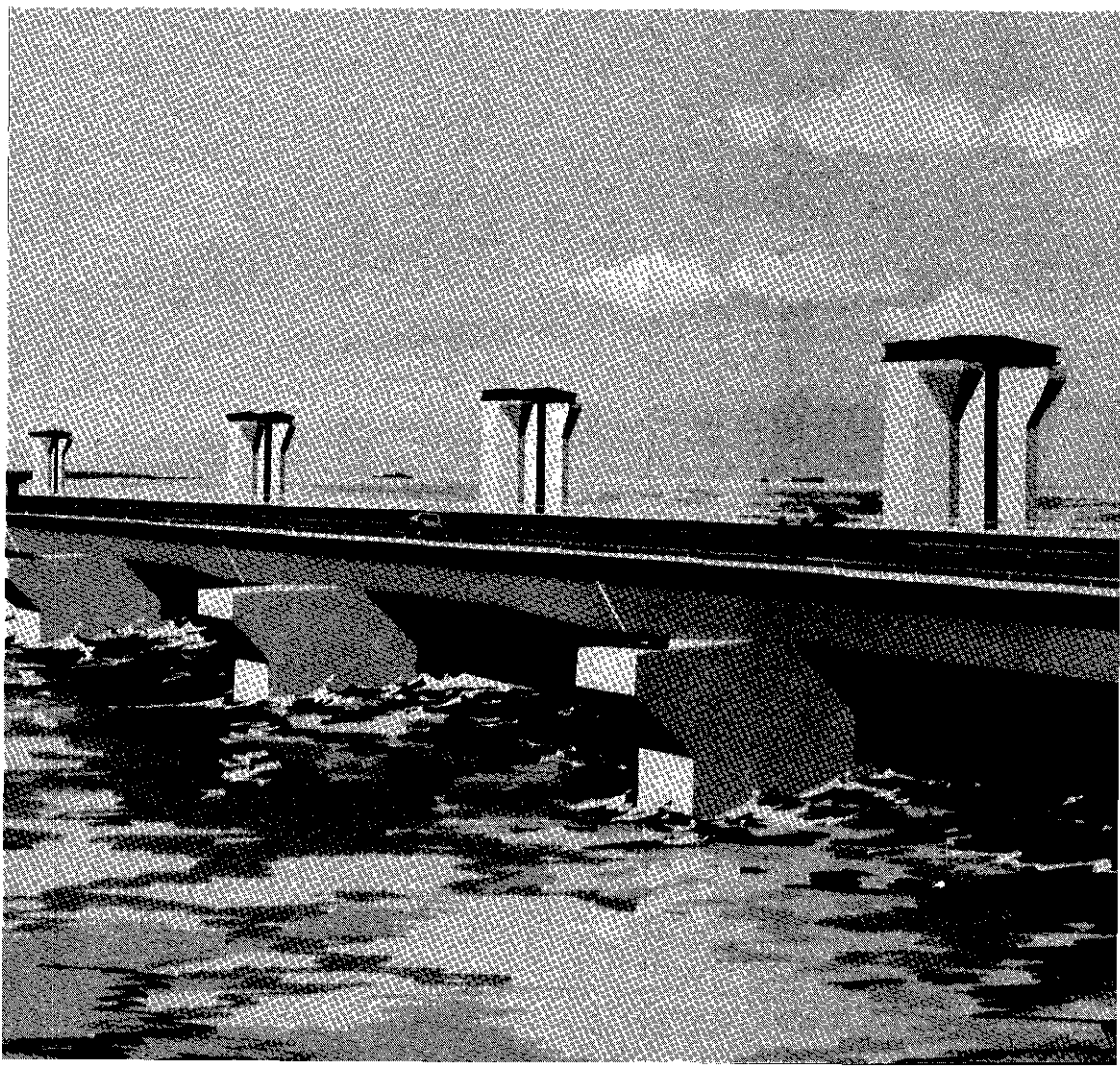
Binnen de Deltadienst heeft de twee-eenheid milieu en inrichting zijn organisatorische uitdrukking gekregen in één hoofdafdeling Milieu en Inrichting – gevestigd te Middelburg –, naast de hoofdafdelingen Waterbouwkundige werken, Waterloopkunde en Bedrijfsbeheer.

Milieu en inrichting zullen ook in dit themanummer steeds te zamen worden belicht.

Beide hebben, binnen het tienjarig bestaan van de afdeling, een ontwikkeling doorgemaakt. Bij het milieu-onderzoek is het accent verschoven van de bestudering van zoetwatersystemen naar die van zoute systemen, samenhangend

met de beslissing ten gunste van het behoud van het zoute getij-milieu in de Oosterschelde. Een andere ontwikkeling is, dat men aanvankelijk de nadruk legde op beheersing van de waterkwaliteit met technische middelen – kunstmatige defosfatering bij voorbeeld –, terwijl thans de kennis van het functioneren van ecosystemen en de relaties met het menselijk handelen centraal worden gesteld. Ook ten aanzien van de inrichting is een duidelijke verschuiving waar te nemen.

Perspectieftekening van de voltooide Oosterschelde-kering.



Voorheen waren de activiteiten sterk gericht op het treffen van cultuurtechnische en recreatieve voorzieningen. Thans is in de Oosterschelde de inrichting een integraal onderdeel geworden van de gehele planvorming, vanuit een samenspel van functies opgezet. Veel meer dan voorheen heerst daarbij de neiging om in te spelen op de ecologische potenties die het gebied zelf heeft voor de verschillende functies, met name die op het gebied van de natuur, de visserij en de recreatie.

Het is niet de bedoeling dat in dit themanummer een overzicht wordt gegeven van wat de afgelopen tien jaar aan onderzoeksresultaten hebben opgeleverd. Evenmin zullen de inrichtingsactiviteiten over die periode of van nog verder terug worden geïnventariseerd. Doel is, een indruk te geven van de tegenwoordige werkwijze, en te laten zien hoe op basis van eigen onderzoek en dat van anderen bijdragen worden geleverd tot de realisering van de Deltawerken en ten behoeve van de planvorming voor de inrichting en het beheer van het door de werken beïnvloede gebied. De Deltadienst heeft als veroorzaker van grote veranderingen in het Deltagebied een duidelijke betrokkenheid en verantwoordelijkheid in genoemde problematiek, en wil zijn aanpak gaarne aan de lezer voorleggen.

Onderzoek en advies

Er is al op gewezen dat de advisering van de aanvang af gebaseerd is geweest op breed opgezet onderzoek. Overigens, in het vervolg van dit nummer zal blijken dat die advisering niet moet worden gezien als een handvol vrijblijvende milieu-overwegingen die kunnen worden aanvaard of ter zijde gelegd. Het gaat om een zeer feitelijke inbreng in de voorbereiding van de werken en in de planvorming voor inrichting en beheer van de nieuwe gebieden. De taakvelden onderzoek en advies zijn dus sterk op elkaar betrokken. In het werk wordt niettemin een duidelijk onderscheid gemaakt. Daarvoor kunnen twee redenen worden opgegeven. In de eerste plaats moet het onderzoek altijd voorlopen op de advisering; bij natuurlijke systemen als die in het Deltagebied kan het tijdsverschil wel enkele jaren bedragen. Veelal zal de onderzoeker bij de formulering van zijn probleemstelling moeten anticiperen op vragen die nog niet gesteld zijn. In de tweede plaats: de milieu- en inrichtingsproblematiek zal slechts zinvol kunnen worden benaderd vanuit het integrale ecosysteem. Dit houdt in dat alle facetten van een systeem in hun onderlinge samenhang moeten worden bestudeerd. Zoiets vergt een brede, multi-disci-

plinaire aanpak bij het onderzoek, waarvan de resultaten naar behoefte kunnen worden gebruikt voor de verschillende adviesvragen. Een belangrijk voordeel van de tweedeling tussen onderzoek en advies is ook dat op beide terreinen vruchtbaar met anderen kan worden samengewerkt. In de advisering en planvorming moet men bij samenwerking vooral denken in het vlak van de ambtelijke diensten, binnen de Rijkswaterstaat, maar ook met andere departementen of met de provincies. Bij het onderzoek wordt gebruik gemaakt van de expertise en de werkracht van universiteiten en hogescholen, van andere wetenschappelijke instellingen en ingenieursbureaus. Vooral vanwege het multi-disciplinaire karakter van het milieu-onderzoek is deze samenwerking – in de vorm van contract-research – uitermate waardevol. Hierdoor verkrijgt de kennis van waaruit vragen over milieu en inrichting kunnen worden beantwoord, een breed draagvlak in de wetenschappelijke wereld. Milieu en inrichting in het Deltagebied zijn dus niet door de Deltadienst gemonopoliseerd; er participeren vele anderen in. In de verschillende hierachter volgende bijdragen zal bij gelegenheid melding worden gemaakt van die instanties waarmee voor de beschreven onderzoeken intensief wordt samengewerkt. Dat zijn dan voorbeelden van de externe relaties, niet een totaalbeeld van de samenwerking met anderen.

Opbouw van dit nummer

Dit themanummer is bedoeld om inzicht te geven in de probleemvelden waarvoor de hoofdafdeling Milieu en Inrichting zich gesteld ziet, en in de gevolgde werkwijze. Dit wordt gedemonstreerd aan actuele onderwerpen. Volgens de indeling die gemaakt wordt in het artikel 'Het Deltaplan en de milieuzorg' betekent dit dat aandacht moet worden geschonken aan de milieukundige begeleiding in de uitvoeringsfase van de werken, en aan de inrichtings- en beheersaspecten. Het daaropvolgende artikel handelt over de begeleiding bij de uitvoering van de werken; de landschappelijke inpassing is daar een belangrijk facet van. Bijzondere aandacht wordt verder gegeven aan specieberging en zandwinning, waarin werken en milieu elkaar sterk raken.

Aan inrichting en beheer zijn vijf artikelen gewijd. De Oosterschelde staat daarbij uiteraard in het centrum van de belangstelling. Het beleidsplan dat in 1982 vastgesteld zal worden, is nu onderwerp van een inspraakronde. De beleidsmogelijkheden in de planvorming worden behandeld in het artikel 'Inrichting en beheer van het Oosterscheldegebied'. De

tweedeling advies/onderzoek wordt geïllustreerd door het feit dat daar onmiddellijk een bijdrage op volgt over het aquatisch ecologisch onderzoek in de Oosterschelde. Beheer en inrichting van de Oosterschelde kunnen niet los worden gezien van de wijze waarop de Oosterschelde-kering zal gaan worden beheerd. In het artikel 'Het beheer van de Oosterschelde-kering' zal worden geschetst op welke wijze de milieukundige consequenties van de verschillende beheersmogelijkheden in de besluitvorming worden ingebracht. De wijze van beheer zal in het bijzonder van belang zijn voor de schorren in de Oosterschelde. Daarom is in dat artikel een gedeelte opgenomen over het onderzoek naar de processen die de schorvorming bepalen. Het Markiezaatsmeer, en het beheer ervan, vormen het onderwerp van een volgende bijdrage. In dat gebied zullen de levensvormen die behoren bij het bestaande systeem,

verloren gaan. Het gebied heeft echter de mogelijkheden in zich om opnieuw een interessant natuurgebied te worden. Aan de andere kant liggen hier grote belangen voor de stadsuitbreiding van Bergen op Zoom, terwijl ook de recreatiedruk er aanzienlijk zal zijn. Het Markiezaatsmeer kan gelden als voorbeeld van een klein gebied waarin aan verschillende belangen tegelijk recht moet worden gedaan. Voor alle bekkens geldt dat er een waterbeheer moet worden gevoerd dat gericht is op een goede kwaliteit van het water, en op het scheppen van gunstige condities voor de levensgemeenschappen in het water en in de bodem. Er is dan ook een bijdrage opgenomen over de metingen van de waterkwaliteit en over de methodes die worden ontwikkeld om ook in nog niet bestaande systemen – zoals het Zoommeer – de gevolgen van het te voeren beheer voor de waterkwaliteit te kunnen prognosticeren.

De uitvoering van een groot en complex project als de Deltawerken betekent een grote ingreep met belangrijke gevolgen voor het milieu in het betrokken gebied. Het project kan uniek worden genoemd in de wereld, niet alleen in technische zin, ook in milieukundig opzicht. Er moest dus een geheel eigen aanpak voor de problemen worden gevonden. Het slotartikel van dit themanummer zal op basis van de opgedane ervaringen de wijze van aanpak ter discussie stellen.

Het gebouw van de hoofdafdeling Milieu en Inrichting te Middelburg.



De uitvoering van een groot en complex project als de Deltawerken heeft ook belangrijke gevolgen voor het milieu in het betrokken gebied. Om niet geplaatst te worden voor onvoorziene ontwikkelingen, hetzij positieve hetzij negatieve, moet men dergelijke grote projecten vanaf het begin milieukundig begeleiden.

Bij de milieukundige begeleiding van de Deltawerken onderscheiden we in principe vier fasen, te weten: de voorbereiding van de werken, vervolgens het ontwerp, dan de uitvoering en ten slotte de nazorg met parallel daaraan de evaluatie.

Deze fasen lopen geleidelijk in elkaar over. Het ene bekken zal al verkeren in de fase van de nazorg, terwijl men in een ander bekken pas toe is aan de uitvoering, en van nog een ander bekken pas de opzet in grote lijnen wordt gezien. Maar ook binnen één bekken overlappen de fasen elkaar, en dan met name de laatste drie. De vier fasen hangen bovendien ook zeer nauw met elkaar samen. Een besluit in een eerdere fase kan verstreckende gevolgen hebben voor de mogelijkheden later. Zo kan het ontbreken van adequate milieukundige begeleiding tijdens een eerdere fase grote gevolgen hebben voor de ontwikkelingsmogelijkheden van het milieu; het komt er dan op neer dat ongewenste effecten in een volgende fase vaak niet of slechts ten koste van grote financiële inspanningen weggewerkt kunnen worden. Omgekeerd kan het wegvallen van een goede milieukundige begeleiding in een latere fase de eerdere inspanningen voor het milieu geheel of grotendeels teniet doen. Aard en intensiteit van de milieukundige begeleiding variëren van fase tot fase.

Bij de milieukundige begeleiding in de eerste fase wordt bekeken welke richtingen er openstaan voor de aanpak van een bepaald probleem dat betrekking heeft op een bekken als geheel. Deze studie resulteert in een beleidsvoorbereidend rapport, waarin het probleem wordt beschreven en alternatieven worden aangedragen om het op te lossen, met een schatting wat de consequenties ervan

Het Deltaplan en de milieuzorg

zullen zijn op technisch, milieukundig, maatschappelijk en financieel gebied. Zo'n rapport wordt een beleidsanalyse genoemd; voorbeelden ervan zijn het rapport 'Analyse Oosterschelde Alternatieven' van 1975, waarin de wijze van afsluiting van de Oosterschelde ter discussie staat, en het rapport 'Analyse Doorstroomopening Stormvloedkering' (1976), over de grootte van de doorstroomopening in de Oosterschelde-kering.

Hoewel de milieukundige begeleiding in deze eerste fase zich vooral richt op de grote lijnen en de globale consequenties van de mogelijke ingrepen, vereist ze toch al gespecificeerde kennis van het gebied. Alvorens men redelijk betrouwbare voorspellingen kan doen over de gevolgen van de voorgestelde ingrepen, dient men eerst een goed inzicht te hebben in het functioneren van de ecosystemen in de door de ingrepen te beïnvloeden gebieden. Dit betekent, dat al vóór of in deze eerste fase veel kennis van het ecosysteem voorhanden moet zijn. Bij het onderzoek daarnaar zullen de grote lijnen volgens welke de ecosystemen functioneren, centraal moeten staan. Gezien de lange tijd die voor ecosysteemonderzoek nodig is, is het zaak dat dit onderzoek zo vroeg mogelijk gestart wordt, en wel zodra bekend is dat men iets in het betrokken gebied wil gaan doen. In die gevallen waarin het systeemonderzoek nog grotendeels moet plaatsvinden, kan de voorbereidingsfase in principe dan ook vrij lang duren, soms verscheidene jaren. Toch loont zo'n diepte-investering. Niet alleen wordt de milieu-inbreng in deze fase zelf er beter van, maar ook in de volgende fasen zal de kwaliteit van de milieukundige begeleiding kunnen profiteren van de eerder opgedane kennis en ervaring.

In de tweede fase wordt het gekozen alternatief in details uitgewerkt. Er zullen dan exacte tracés en locaties voor de dammen en de kunstwerken moeten worden gekozen. Verder worden al de te bouwen elementen en détail uitgewerkt tot ze besteksklaar zijn. In deze fase overheerst het technisch aspect als regel sterk over de andere. Toch is ook dan een milieukundige inbreng essentieel, om te zorgen dat de in het geding zijnde milieuwaarden zo min mogelijk worden benadeeld, en nieuwe mogelijkheden voor het milieu zo goed mogelijk tot hun recht komen, althans niet worden geblokkeerd. Door de uitvoering van de werken ontstaan nieuwe milieus, met nieuwe randvoorwaarden, waarbij de te bouwen kunstwerken onder meer kunnen worden gezien als gereedschap om de nieuwe milieus mee te beheren. Het gereedschap zal daar dan wel geschikt voor moeten zijn. Daarvoor moet al worden gezorgd in de ontwerpfase. Om de milieubelangen veilig te stellen moet, behalve naar de bouw zelf, ook sterk worden gekeken naar hetgeen er in de toekomst in de beïnvloede gebieden zal kunnen gaan plaatsvinden, en hoe daarop kan worden ingespeeld. Belangrijk is het in deze fase ervoor te zorgen dat in de ontwerpen zoveel mogelijk vrijheden worden ingebouwd voor een mogelijk in de toekomst gewenste bijstelling van het beheer.

Dit kan goed geïllustreerd worden aan het ontwerp van de Oosterschelde-kering. Belangrijke vragen met betrekking tot het concrete ontwerp waren bij voorbeeld: Moet de kering al dan niet op stroom gesloten kunnen worden? En: Welk stagnant peil moet er in de Oosterschelde kunnen worden aangehouden, opdat het milieu zo min mogelijk schade lijdt tijdens stagnante perioden?

Het antwoord op deze vragen, dat tot uitdrukking komt in het ontwerp van de stormvloedkering, was onder meer belangrijk voor de keuzevrijheid bij het opzetten van een stelsel van beheersmaatregelen. Aangezien het in de ontwerpfase niet mogelijk was om al nauwkeurig te voorspellen wat de consequenties voor het milieu zouden zijn van bepaalde vormen van beheer, was het dus nodig om deze vragen zo te beantwoorden dat een groot aantal beheersalternatieven mogelijk bleef. Bovendien blijft het daardoor in de toekomst mogelijk om een eenmaal gekozen beheer naderhand bij te stellen, als dat noodzakelijk blijkt te zijn. Vanuit de milieu- en inrichtingskunde zijn onder meer belangrijke bijdragen geleverd aan de tracékeuze voor de compartimenteringsdammen en het Spuikanaal Bath, aan de beslissing om het Markiezaat al dan niet te

omkaden, en aan bepaalde ontwerp- en vormgevingsaspecten van de Oosterschelde-kering.

De vormgeving en landschappelijke inpassing van de kunstwerken en dammen bevindt zich gedeeltelijk nog in de ontwerpfase; het ontwerp van de kunstwerken en dammen zelf is in een vergevorderd stadium.

In de derde fase vindt de feitelijke bouw plaats. Bij een complex project als de Deltawerken overlappen de ontwerp- en uitvoeringsfase elkaar gedeeltelijk, en wel in die zin dat sommige elementen al worden gebouwd, terwijl andere nog in de ontwerpfase verkeren. Ook in deze fase overheerst het technisch aspect. Daarnaast zijn er evenwel ook belangrijke milieu-aspecten. We denken bij voorbeeld aan de zandwinning en specieberging, de tracering van hulpwegen en hulpbruggen en het gebruik van bepaalde oeververdedigingsmaterialen. Ook kunnen zich tijdens de bouw onverwachte ontwikkelingen voordoen, waar belangrijke gevolgen uit voortkomen voor het milieu.

Wanneer de bouwactiviteiten geen of onvoldoende milieukundige begeleiding zouden krijgen, kan dat ernstige negatieve consequenties hebben voor het milieu, die met een goede begeleiding best voorkomen kunnen worden. Bij de zandwinning is bij voorbeeld de keuze van winlocaties belangrijk, evenals de wijze waarop het zand gewonnen wordt.

Wanneer er zand wordt gewonnen door op één plaats een diepe zuigput te maken, dan kan ter plaatse regelmatig ongewenste stratificatie van het water optreden met als gevolg zuurstof-armoede nabij de bodem. Wordt bij de zandwinning daarentegen een zadel, een verhoogde rug tussen twee diepe, geïsoleerde putten weggezogen, dan kan de watercirculatie juist worden verbeterd, zodat de vroeger in deze putten optredende stratificatie verdwijnt.

Als de kunstwerken en dammen in het Deltagebied gereed zijn om te worden overgedragen aan de uiteindelijke beheerder, zal het werk van de milieukundige nog lang niet afgelopen zijn. Aan de ene kant is er dan een aantal kunstwerken ontstaan, waarvan het gebruik grote invloed kan hebben op het milieu.

Anderzijds zijn er nieuwe milieus ontstaan, met nieuwe functies, waarvan de ontwikkeling met behulp van de nieuwe kunstwerken intensiever kan worden beïnvloed dan voorheen. Voor de kunstwerken zowel als voor de nieuwe milieus kan de nieuwe wijze van functioneren niet van de grond komen zonder beheersplannen.

In de beheersplannen voor kunstwerken kan voor zoveel mogelijk verschillende situaties

worden aangegeven hoe te handelen. Bij de Oosterschelde-kering moet er niet alleen aan gedacht worden wanneer en hoe te sluiten bij dreigende stormvloed, maar ook hoe te handelen bij een calamiteit op de Oosterschelde of op de Noordzee, bij voorbeeld een dijkval of rondrijvende olie. Bij de Krammersluizen is het een belangrijke vraag wanneer er wel of niet zoet water moet worden teruggewonnen. Bij de opstelling van beheersplannen voor de kunstwerken zijn de mogelijke gevolgen van de beheershandelingen voor het milieu van veel belang. Bovendien zullen de beheersplannen voor de verschillende kunstwerken op elkaar moeten worden afgestemd, omdat in veel gevallen een beheersmaatregel voor het ene kunstwerk consequenties heeft voor het beheer van een ander kunstwerk. In feite betekent dit, dat er een integraal beheersplan moet worden opgesteld voor alle kunstwerken die een bepaald gebied beïnvloeden, in nauw overleg met de andere beheerders in dat gebied. Vanwege de vele milieubelangen die aan deze beheersplannen verbonden zijn, is

een goede milieukundige inbreng bij de opstelling ervan noodzakelijk, maar ook bij de latere uitvoering van het beheer, de gevolgen van het gekozen beheer moeten immers worden geëvalueerd, en desgewenst moet er worden bijgestuurd.

Er ontstaan echter niet alleen nieuwe kunstwerken, maar ook nieuwe natuurlijke milieus, vanwege de grote veranderingen die optreden in een aantal essentiële milieuraandoorwaarden.

Getij en/of stroming vallen weg of verminderen, het zoutgehalte kan sterk veranderen, de import-exportverhouding van voedingsstoffen en sediment wijzigt zich, evenals de mogelijkheid tot vrije uitwisseling van organismen tussen de bekken onderling en met de Noordzee. Als gevolg hiervan zullen bestaande ecosystemen of totaal verdwijnen, ofwel zich sterk moeten aanpassen aan de nieuwe situatie. De veranderingen kunnen zich snel of langzaam voltrekken. Een snelle verandering grijpt bij voorbeeld plaats na het wegvallen van het getij in een bekken, of bij de geforceerde verzoeting van een nieuw meer, een langzame verandering bij voorbeeld bij de geleidelijke verbraking van een zout meer. Maar langzame of snelle verandering, grote milieuschok of kleine, in alle gevallen zal de aanpassing van de ecosystemen aan de nieuwe situatie een lange tijd vergen. Men moet daarbij eerder denken aan een periode van tientallen jaren, dan aan 5 tot 10 jaar. Zulke aanpassingen zullen zorgvuldig gevolgd moeten worden door middel van milieu-onderzoek. Dit onderzoek dient verscheidene doelen. In de eerste plaats kan ermee nagegaan worden of de ontwikkeling van de ecosystemen wel de goede kant opgaat en wat de mogelijkheden zijn voor eventuele bijsturing. Denk bij voorbeeld aan het optreden van algenbloei in zoete meren. In de tweede plaats kan, mede op grond van milieu-onderzoek, nagegaan worden welke nieuwe functies de nieuwe ecosystemen kunnen vervullen, zowel ten dienste van de mens als voor de natuur, en hoe deze nieuwe functies het best kunnen worden ingepast.

Hier is grote behoedzaamheid op haar plaats, opdat de ontwikkelingen van de nieuwe ecosystemen niet verstoord worden, en er geen ongewenste neveneffecten optreden. Daarbij moet bedacht worden dat het invoeren van een nieuwe functie of activiteit in een gebied als regel geen probleem is, maar het onttrekken van een functie aan een gebied meestal niet lukt, zelfs als deze functie een erg negatieve uitwerking heeft op andere functies.

Verwerking van analyseresultaten in de rekenkamer





In de tekamkamer worden ook maquettes gebouwd.

deze projecten wordt samen gewerkt door verschillende diensten en door verschillende disciplines. En dan dient het milieu-onderzoek in de nazorgfase nog een derde doel, namelijk de evaluatie van de in de eerdere fasen gedane voorspellingen. Er wordt dan gekeken of de eerder gemaakte voorspellingen en aannamen juist zijn gebleken, en zo niet, waarom de ontwikkelingen anders verlopen dan men gedacht had. Dit is vooral belangrijk met het oog op toekomstig onderzoek en ten behoeve van andere projecten van deze aard, maar ook om gemaakte fouten in de prognoses voor de inrichtings- en beheersplannen te kunnen bijstellen, zodat de noodzakelijke aanpassingen in die plannen kunnen worden doorgevoerd. Een essentieel onderdeel van deze evaluatie-studies is het vastleggen van de uitgangssituatie waaraan de zich voordoende veranderingen getoetst kunnen worden. Dit zal uiteraard reeds moeten plaatsvinden vóór de nieuwe situatie intreedt, dus ook reeds tijdens de detaillering van het ontwerp, en tijdens de uitvoering.

Als een gebied bij voorbeeld eenmaal een recreatieve mede-bestemming heeft gekregen, zal dit niet gauw meer ongedaan gemaakt worden. Om het volgen en bijsturen van de ontwikkelingen mogelijk te maken en bestaande functies op weloverwogen wijze te veranderen, of nieuwe in te voeren, is het essentieel dat er integrale inrichtings- en beheersplannen worden opgesteld, die periodiek, afhankelijk van de zich voordoende ontwikkelingen, worden bijgesteld. Zulke plannen zullen gereed moeten zijn op het moment dat de nieuwe situaties intreden, dus aan het eind van de uitvoeringsfase van de werken. Dit houdt in dat de eerste versie van het inrichtings- en beheersplan reeds opgesteld moet worden in de ontwerp- en bouwfase van het project. Voor de Oosterschelde worden op dit moment dergelijke plannen opgesteld. Voor de Oosterscheldekering is daarvoor het BARCON-project in het leven geroepen, voor het overblijvende gedempte-geëti-de gebied achter de stormvloedkering het ALGOS-project, en voor het gebied achter de Oosterdam het MARKIN-project. In al

In het vorige artikel is de noodzaak betoogd van een goede milieukundige begeleiding van de grote waterbouwkundige werken die in het Deltagebied worden uitgevoerd. 'Goed' wil onder meer zeggen dat er geen incidentele, maar systematische aandacht aan deze begeleiding wordt gegeven, met het doel reeds in een vroeg stadium de consequenties voor het milieu in de afwegingen tot hun recht te laten komen. Daarom speelt de milieukundige inbreng reeds in de fase waarin de werken in grote lijnen worden ontworpen, een belangrijke rol. In talrijke beleidsanalytische studies die in de afgelopen jaren zijn verricht, is het milieukundige aspect mede in de afwegingen betrokken, en heeft zo de keuze uit de alternatieven beïnvloed. Een goed voorbeeld is de keuze die is gemaakt voor een zo oostelijk mogelijk tracé van het zuidelijk gedeelte van de Philipsdam, onder meer ingegeven door de *wens een zo groot mogelijk oppervlak van de uit natuurwetenschappelijk oogpunt waardevolle schorren en slikken aan de getijzijde van de dam te behouden.*

De milieukundige begeleiding speelt zich thans het meest af in de sfeer van de verdere detaillering van de ontwerpen, en van de eigenlijke uitvoering. Daartoe worden studies verricht en metingen uitgevoerd, met behulp waarvan het effect van ingrepen op het milieu kan worden ingeschat, zodat er adequaat op kan worden ingespeeld.

De hoofdafdeling Milieu en Inrichting levert op het ogenblik bij voorbeeld een inbreng in de studie 'Fasering en sluitingsmethode van de compartimenteringsdammen'. Het gaat daarbij om de milieukundige consequenties van de verschillende mogelijke manieren van sluiten van deze dammen, en vooral van de tijdstippen waarop de sluitingen zullen worden voltrokken. Eén van de onderzochte mogelijkheden is, de Philips- en Oosterschelde met zand te sluiten. Men denkt zich die sluiting dan na het operationeel worden van de Oosterschelde-kering. De voor een zandsluiting benodigde vermindering van de stroomsnelheden kan dan verkregen worden door gebruik te maken van de Oosterschelde-kering.

Ten behoeve van de uitvoering van de compartimenteringswerken zijn, ook als er geen zandsluiting wordt toegepast, grote hoeveelheden zand nodig, en dient bovendien een bestemming te worden gevonden voor aanzienlijke hoeveelheden overtollige specie. Ook aan deze zaak zitten vele milieukundige aspecten, *die we in het slot van dit artikel nog nader bespreken.*

De begeleiding van de werken houdt onder meer ook in dat een belangrijke bijdrage wordt

De begeleiding van de werken

geleverd aan studies op het gebied van de vormgeving, inrichting en landschappelijke inpassing van de werken. De extra functies die de Deltawerken in de toekomst kunnen hebben voor recreatie of voor natuurlijke ontwikkelingen, dienen daarbij mede in het oog te worden gehouden. *Natuurlijk moet een en ander worden afgestemd op de inrichtingsstudies voor de aangrenzende gebieden.*

Behalve in de vrij omvangrijke studies die tot nu toe zijn genoemd, komt de milieukundige begeleiding van de werken ook tot uitdrukking in talrijke adviezen inzake ontwerp en uitvoering, die niet bij lopende studies kunnen worden ondergebracht. Enkele voorbeelden:

Bij de bouw van de Oosterschelde-kering worden onder water allerlei werkzaamheden uitgevoerd waarbij lawaai wordt geproduceerd. Omdat het niet is uitgesloten dat daarvan schadelijke effecten zouden kunnen uitgaan op jonge vissen, en op de trek van vissen, is voorlopig geadviseerd, zulke werkzaamheden niet in alle sluitgaten tegelijkertijd te verrichten. Met behulp van metingen wordt het onderzoek naar deze geluidsinvloed ondertussen voortgezet.

Verder werd onderzoek verricht naar de mogelijke afgifte van giftige stoffen door onder meer fosforslakken, asfalt en verschillende coatings. Op grond van de resultaten van deze onderzoeken kon worden geadviseerd met betrekking tot de te gebruiken materialen. Waar aangroei van organismen onaanvaardbaar is, zoals bij voorbeeld in de riolen van de schutsluizen, dienen maatregelen te worden getroffen om die zoveel mogelijk te voorkomen. Uit onderzoek is gebleken dat men met de keuze van zo grof mogelijke bestortingsmaterialen de ontwikkeling van de onderwatervege-

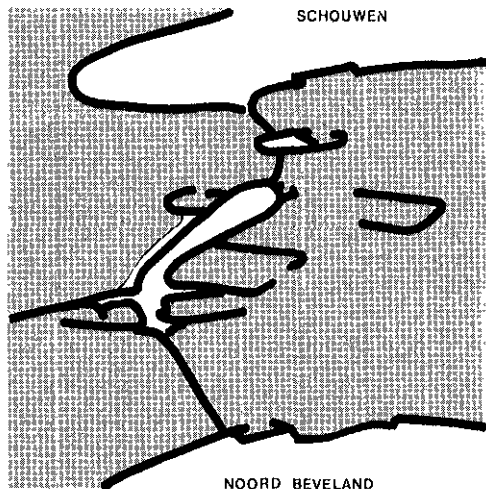
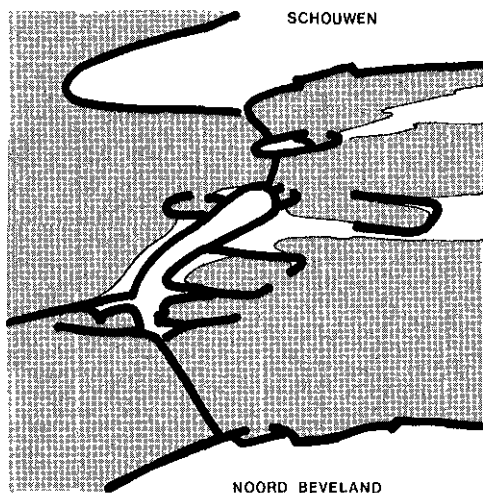


Fig. 1. Eb- en vloodsituatie zoals ze na de voltooiing van de Oosterschelde-kering zichtbaar zouden kunnen worden.

tatie en -fauna in gunstige zin kan beïnvloeden. Deze voorbeelden zouden met nog meer andere kunnen worden uitgebreid; maar dat zou te ver voeren. Liever is gepoogd om in het vervolg van dit artikel aan de hand van enkele uitgewerkte voorbeelden een genuanceerd beeld te geven van de milieukundige inbreng bij het ontwerp en de uitvoering van de werken, zoals die thans wordt opgevat.

Vormgeving en landschappelijke inpassing

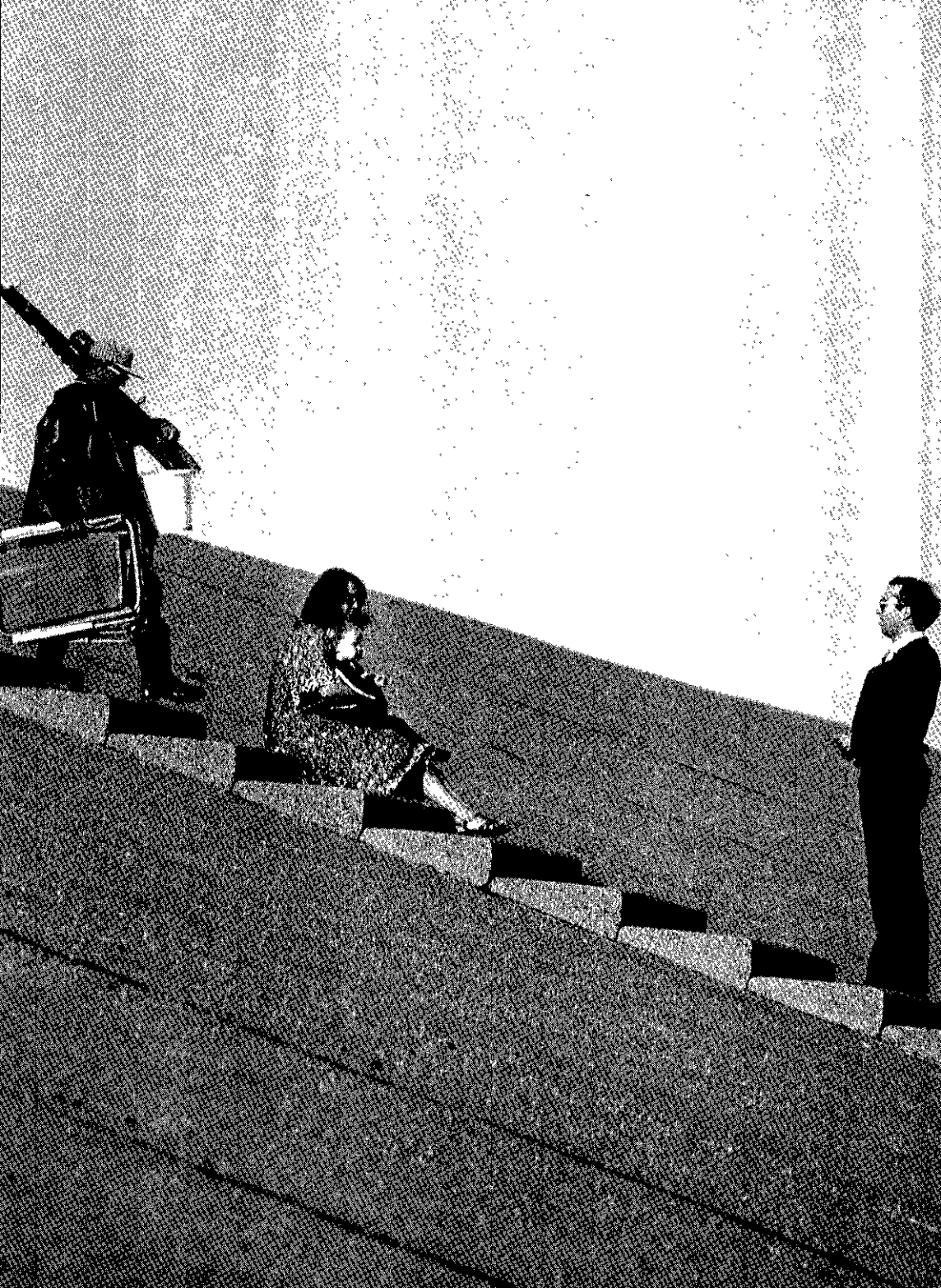
De grote Deltadammen kunnen naast hun hoofdfunctie – het vergroten van de veiligheid van het achterliggende gebied tegen stormvloed – ook nog nevenfuncties vervullen. Zo kan over een dam een nieuwe wegverbinding tot stand worden gebracht; daarmee wordt een verkeersfunctie gerealiseerd. Maar ook functies in recreatief en landschappelijk opzicht zijn denkbaar.

Sinds de aanleg van de eerste dammen is in het ontwerp met nevenfuncties rekening gehouden. Bij de Zandkreekdijk en de Veerse dijk, die het eerste in uitvoering kwamen, was de aandacht voor mogelijke nevenfuncties nog gering: er werd in hoofdzaak gedacht aan de verkeersfunctie. Zo werden bij die eerste dammen verkeerswegen en parkeerterreinen

in de plannen opgenomen. Bij de afsluiting van de Grevelingen in het begin van de jaren zeventig groeide echter het besef dat reeds in het ontwerp stadium rekening moest worden gehouden met mogelijke nevenfuncties op nog andere gebieden. De Brouwersdam is de eerste geweest waarbij ook inderdaad vroegtijdig deskundigen op dat gebied werden ingeschakeld, zoals landschapsarchitecten en recreatiedeskundigen.

Thans krijgt, meer nog dan in het verleden, de vormgeving en de landschappelijke inpassing de aandacht bij de grote waterbouwkundige werken waarmee het Deltaplan zal worden voltooid: de Oosterscheldedijk, de Philipsdam, de Oesterdam en het Spuikanaal Bath. Daarbij wordt ook gelet op de onderlinge afstemming van deze vormgevingsplannen en de inrichtingsplannen voor de aangrenzende bekkens. Reeds bij de tracéstudies voor de Oesterdam en de Philipsdam is met hun landschappelijke inpassing rekening gehouden. Mede om landschappelijke en milieukundige redenen is bij voorbeeld de aansluiting van de Oesterdam op Tholen naar het westen verlegd, en is voor de aansluiting van de Philipsdam op St.-Philipsland het meest oostelijke tracé gekozen. Ook bij het ontwerp van de dammen zelf wordt bij de vormgeving rekening gehouden met mogelijke nevenfuncties. De benodigde hulpwerken – werkhavens, werkterreinen en bouwputten –, die na de bouw hun oorspronkelijke functie verliezen, lenen zich dan bijzonder goed voor het vervullen van nieuwe functies van recreatieve of natuurwetenschappelijke aard.

De Oosterscheldewerken beogen behalve de veiligheid ook het behoud van het getijdemilieu. Aangezien vormgeving in het algemeen



tot doel heeft de essentie van de dingen zichtbaar te maken, is voor de vormgeving van de dammen in de Oosterschelde de tweeledigheid veiligheid/milieu als uitgangspunt genomen. De verwezenlijking daarvan wordt onder andere bereikt door een duidelijk onderscheid te maken tussen hoofd- en bijzaken. Dat wil zeggen dat secundaire elementen ondergeschikt worden gemaakt aan de lineaire hoofdvorm. Verder wordt gepoogd de karakteristieke weidsheid van de Oosterschelde ervaarbaar te maken, de milieoverschillen tussen zoet en zout aan weerszijden van de compartimenteringsdammen te laten zien, en bij de Oosterschelde-kering een visuele relatie te scheppen tussen de Noordzee en de Oosterschelde, die getuigen moet van hun blijvende ecologische samenhang.

Naast de verkeersfunctie, de recreatieve functie en de belevingsfunctie zouden de dammen of hun directe omgeving mogelijk ook nog een functie kunnen vervullen voor de visserij of voor het natuurbehoud. Voor de Oosterschelde-kering wordt voorts nog nagegaan in hoeverre nieuwe systemen van energiewinning kunnen worden ingepast. In samenwerking met de uitvoerende diensten wordt momenteel in breed samengestelde project- en werkgroepen van deskundigen gewerkt aan het ontwikkelen van alternatieve plannen voor de vormgeving, inrichting en landschappelijke inpassing van de dammen. In deze projectgroepen is ook de hoofdafdeling Milieu en Inrichting vertegenwoordigd. De op te stellen alternatieven, waarin de vormgeving in hoofdlijnen wordt aangegeven, worden getoetst aan hun waarde voor de natuurlijke ontwikkelingen, de fauna, de vegetatie, de schelpdiercultures, de visserij – waaronder de sportvisserij –, de recreatie en het verkeer; ook wordt rekening gehouden met uitvoerbaarheid, beheer en kosten. Tegelijk wordt nagegaan in hoeverre de bestemmingen die door de Stuurgroep Oosterschelde zijn gepresenteerd, binnen de uitgewerkte vormgevingsvoorstellen kunnen worden gerealiseerd. Nadat een keuze uit de vormgevingsalternatieven is gemaakt, wordt die bij de verdere planuitwerking vertaald in detailplannen ten behoeve van de besteksvoorbereiding. Zo wordt dan onder meer aandacht besteed aan de afwerking en aankleding en détail van oevers, taluds, stranden en andere potentiële terreinen voor dagrecreatie, en van de ontsluitingswegen.

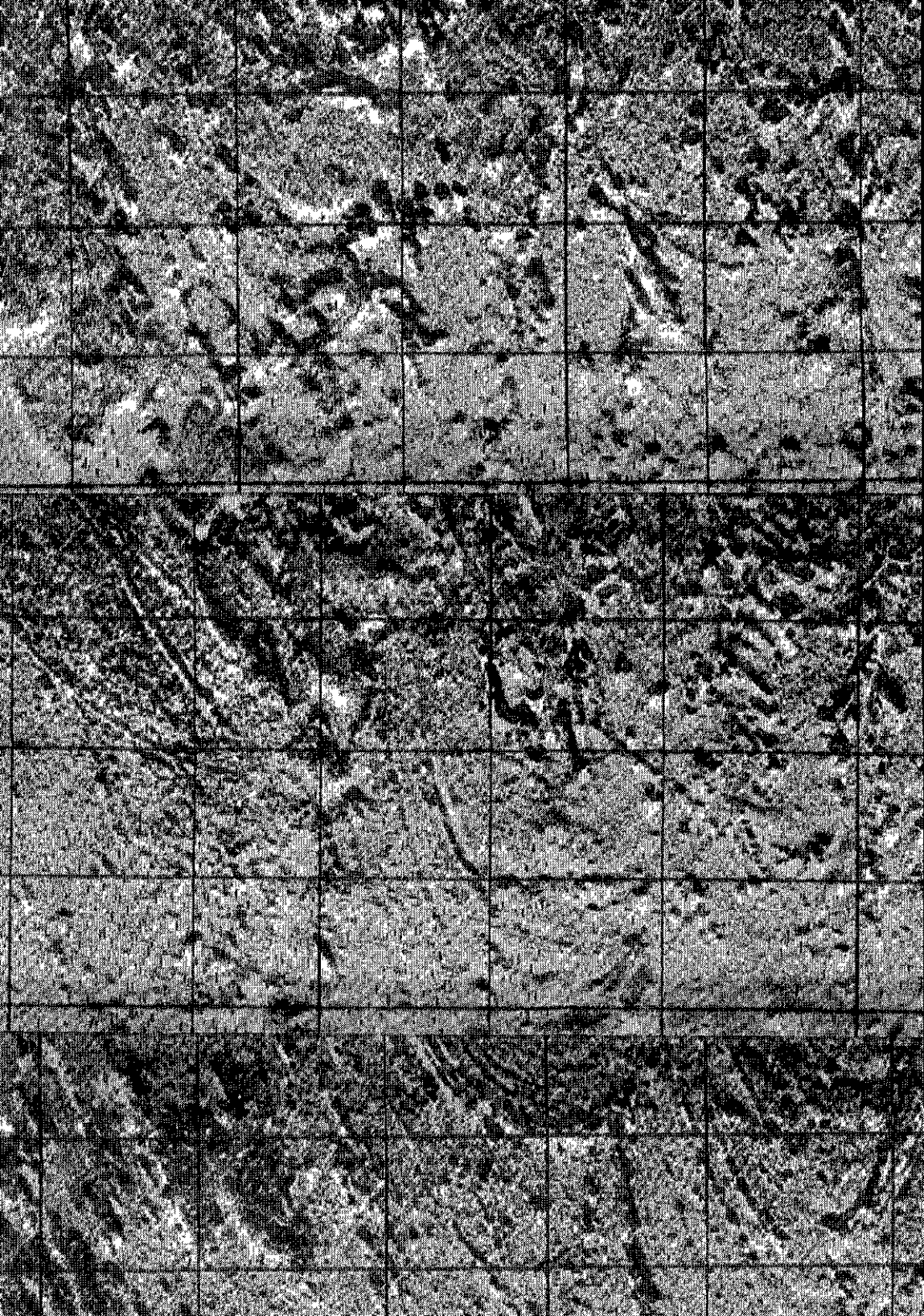
Speciebergings en zandwinning

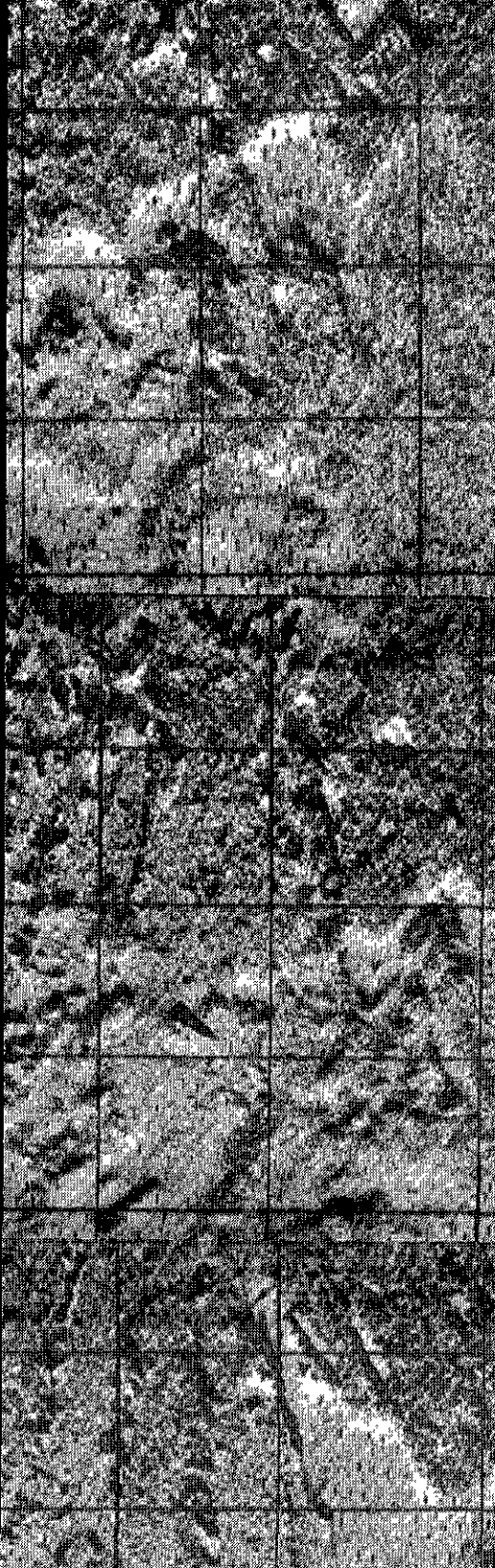
Ten behoeve van de uitvoering van de water-

bouwkundige werken in het Deltagebied worden grote hoeveelheden grond verzet. Het is vanzelfsprekend voor het milieu niet onverschillig hoe dat gebeurt. Milieukundige begeleiding van de zandwinning en specieberging is daarom van groot belang. Enerzijds vinden in het Deltagebied grote ontgravingen plaats, waarbij bruikbare specie kan vrijkomen. Dit gebeurt op grote schaal bij de aanleg van de Oosterschelde-kering. Hier wordt totaal 12,5 miljoen m³ ontgraven, waarvan ongeveer 90 % weer gebruikt wordt, onder andere voor dijkversterking langs de Oosterschelde, voor de ophoging van terreinen op de werkeilanden, voor de aanleg van damaanzetten en voor het suppleren van zand ten behoeve van de strandvorming aan de zeezijde van het damvak Geul. Het zand is afkomstig van de ontgraving van een cunet in het tracé van de kering en van het baggeren van havens en vaargeulen. Tijdens het weggraven of baggeren kan ook onbruikbare specie vrijkomen, die voornamelijk bestaat uit fijn zand, slib en eventueel veen. Een voorbeeld daarvan is de specie die vrijkomt bij de ontgraving van het Spuikanaal Bath, en bij de verbreding van het Kanaal door Zuid-Beveland. Het eerstgenoemde werk levert ongeveer 8 miljoen m³ voor het grootste deel onbruikbare specie op, het andere 11 tot 15 miljoen m³, eveneens voor een groot deel onbruikbaar.

Aan de andere kant is er zand nodig voor de aanleg van dammen en voor het aanbrengen van grondverbeteringen. De aanleg van de compartimenteringsdammen achterin de Oosterschelde vereist bij voorbeeld 13 miljoen m³ zand, 8 miljoen m³ voor de Oesterdam en 5 miljoen m³ voor het sluiten van de Philipsdam. Ook wordt grof zand gewonnen voor de aanvulling van de cunetten die gegraven zijn in het tracé van de Oosterschelde-kering.

Ter beantwoording van de vraag waar op verantwoorde wijze zand gewonnen en specie geborgen kan worden, zijn werkgroepen ingesteld, die tot taak hebben de voor- en nadelen van mogelijke win- en stortplaatsen te onderzoeken. Zij moeten de volgende aspecten in beschouwing nemen: milieu en landschap, visserijbelangen, planologische en juridische procedures, waterloophouding, scheepvaart en dan natuurlijk kwaliteit van de grondspecie, kosten en uitvoering. In dit artikel zullen we alleen de milieu-aspecten nader beschouwen. Bij *speciebergings* kunnen de milieu-aspecten geheel verschillend zijn, afhankelijk van de aard van de bergingslocatie. Het is bij voorbeeld mogelijk dat een binnendijkse berging wordt





overwogen, zoals het geval was bij de voormalige schorren van Ossendrecht, destijds als mogelijke plaats van speciebergings genoemd in de 'Nota Speciebergings Lozingsmiddel Zoommeer'. De natuurlijke differentiatie die, zowel op fijne als op grove schaal, in dit gebied na de bedijking heeft ingezet, kan leiden tot een waardevolle natuurlijke ontwikkeling. Dit komt onder andere tot uiting in de vestiging van zeldzame broedvogels en de gevarieerde ontwikkeling van de vegetatie. In de Ossendrechtse schorren zijn de geul- en kreekpatronen die aansluiten op soortgelijke patronen in het buitendijkse gebied, nog duidelijk herkenbaar. Speciebergings in een dergelijk gebied zou aantasting betekenen van reeds bestaande of mogelijk te ontwikkelen natuurwaarden.

Speciebergings in intergetijdegebieden – dus tussen de lijnen van gemiddeld laag- en gemiddeld hoogwater – heeft weer geheel andere gevolgen voor het milieu. In de 'Nota Speciebergings Lozingsmiddel Zoommeer' werden bij voorbeeld locaties genoemd ten westen van de Oesterdam nabij de Kreekraksluizen, en ten noorden van de Molenplaat. Een gevoelig ecosysteem als dat van de Oosterschelde legt echter duidelijke voorwaarden op aan de manier waarop fijnkorrelig en veenrijk materiaal er geborgen moet worden. Ter voorkoming van uitwaaiing van slib en veen in het betrekkelijk schone water van de Oosterschelde zijn vanuit de milieukunde maatregelen voorgesteld, zoals omkading van speciebergingslocaties in het intergetijdegebied. De negatieve gevolgen van de verspreiding van slibwolken spelen trouwens ook een rol als het om zandwinning gaat.

Naast 'passieve' vormen van het bergen en

Sonaropname van de bodemtopografie in de Bocht van Sint Jacob, met sporen van zandwinactiviteiten.

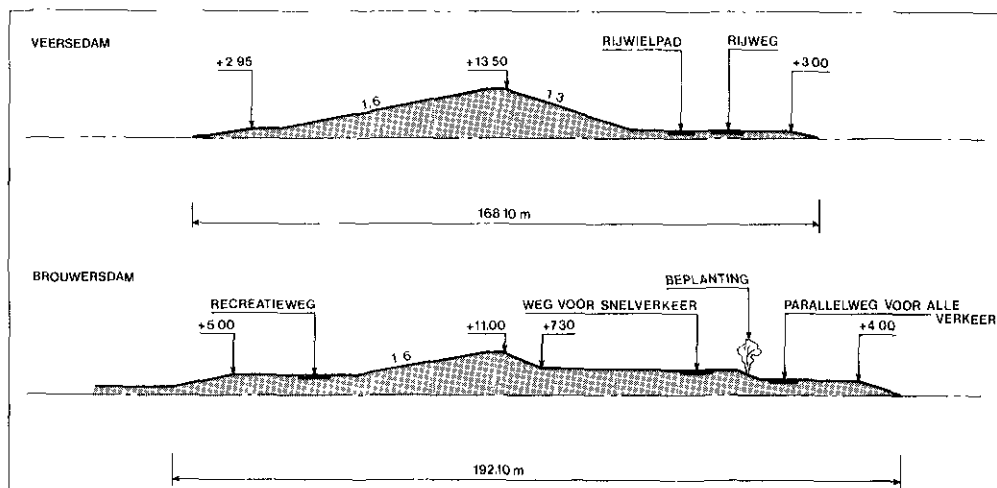


Fig. 2. Twee dwarsprofielen van afsluitdammen, waar weinig (boven) en wat meer rekening is gehouden met secundaire functies.

dumpen van specie bestaat ook een meer 'actieve' vorm: specie kan namelijk worden gebruikt als bouw materiaal om een aanzet te geven tot de ontwikkeling van schorvormende processen. De combinatie van specieberging en natuurbouw wordt vanuit landschappelijk en natuurwetenschappelijk oogpunt beschouwd als een zeer waardevolle mogelijkheid, en wordt onder andere in de Verenigde Staten al toegepast. De gevoeligheid van het Oosterschelde-systeem en ook het feit dat onze kennis ervan nog zo beperkt is, heeft er evenwel toe geleid dat deze vorm van specieberging daar nog niet is toegepast. Ook speelde daarbij het gevaar van de uitwaaiëring van slib in de omgeving van schelpdierpercelen een rol. Wel wordt op het ogenblik onderzocht of gebruik van specie op deze wijze wellicht op experimentele schaal kan worden uitgevoerd in de Westerschelde.

Om technische en financiële redenen worden in het Deltagebied vele miljoenen kubieke meters zand gewonnen op plaatsen die liefst niet al te ver verwijderd moeten zijn van de werken zelf. De milieukundige implicaties van zandwinning zijn overigens, evenmin als die van specieberging, gemakkelijk kwantitatief uit te drukken. Uit onderzoek op dit gebied in het Deltagebied, in de Waddenzee en op nog andere overeenkomstige plaatsen in West-Europa en Amerika zijn wel enkele richtlijnen gewonnen ten aanzien van de gevaren van zandwinning voor het milieu. Zandwinning moet liefst zo geschieden dat er geen al te grote oneffenheden ontstaan in de bodem. De bodem wordt anders minder geschikt voor de vangstmethode die men bij ons in de visserij toepast. Na de zandwinning mogen er bij voorkeur geen diepe geïsoleerde putten

overblijven, waar zuurstofloosheid zou kunnen ontstaan.

De foto op blz. 244/245 toont een 'side scan sonar'-opname van de bodem in de Bocht van Sint Jacob en de Plaat van Oude Tonge in de Grevelingen. De opname is van oktober 1978. Aan de bovenzijde toont de figuur een profiel met een maximale waterdiepte van 13 m, en daarop aansluitend de bodemtopografie van een gebied van 700 x 250 m. Duidelijk zichtbaar zijn de cirkelvormige zuigkommen – door hoekvertekening zien ze er ellipsvormig uit – die in het zandgebied zijn achtergebleven. Dit zandwingebed werd begin 1974 ontgraven. De bodem van het oostelijk deel van de geul in de Bocht van Sint Jacob vertoont sporen van een oudere zandwinning. Op de Plaat van Oude Tonge zijn de kamlijnen van een zandribbelveld zichtbaar.

Door het wegzuigen van een zadel, een ondiep gedeelte in een geul, kan de watercirculatie worden verbeterd, en de kans op stratificatie van waterlagen met verschillend gewicht

worden verminderd. Stratificatie verhindert de uitwisseling tussen de diepe en de aan de oppervlakte gelegen watermassa's en heeft daardoor ongunstige gevolgen voor het aquatisch ecosysteem. Voor het opspuiten van de Philipsdam wordt bij voorbeeld een zadel *opgeruimd in het Krammer, ten westen van het damtracé.*

Vanuit milieukundig oogpunt is zandwinning uit platen en slikken tot een diepte van N.A.P. - 7 m te ontraden. De platen en slikken vervullen in het Oosterscheldegebied namelijk belangrijke functies in het ecosysteem, en verdere vermindering van het areaal is dan ook onaanvaardbaar. Uit onderzoek in de Waddenzee blijkt trouwens dat zandwinning in geulen de beste kansen biedt op spoedig herstel van de bodemtopografie, mits er geen al te grote oneffenheden zijn ontstaan en er in de geul voldoende stroomsnelheid staat. De aantasting van de bovenlaag van geulen en geulranden heeft ingrijpende veranderingen ten gevolge, over het algemeen echter van tijdelijke aard. Fauna en flora worden ter plaatse volledig vernietigd. Rekolonisatie treedt in vele gevallen tamelijk snel in, zij het dat bij herbevolking vaak verschuivingen worden geconstateerd in de verspreiding en samenstelling van de levensgemeenschap. Nabij en in de bodem kan tijdelijk zuurstofvermindering plaatsvinden, doordat er zuurstofloze sedimenten bloot komen. Maar er kunnen door het verwijderen van de bovenlaag ook voedselreserves ter beschikking komen, doordat tijdelijk de bodemgehalten van fosfor, silicium en chlorofyl toenemen. Dit kan de primaire produktie stimuleren, mits de fysische en chemische omstandigheden door de baggeractiviteiten gunstiger zijn geworden. Een voorbeeld: Bij het vrijkomen van voedselreserves kan er een explosieve ontwikkeling optreden van fytoplankton, maar het is ook mogelijk dat de verhoogde troebelheid van het water die het gevolg is van de baggeractiviteiten, de fotosynthese juist verhindert, omdat de lichtdoordringing sterk afneemt. Verhoogde troebelheid kan ook schadelijk zijn voor de bodemdieren, zoals oesters en mosselen, die zich voeden door het hen omringende water te filteren. Neemt het gehalte niet-eetbaar slib in het water te zeer toe, dan schaaft dat tijdelijk de conditie van de dieren. Ten slotte is het ook nog mogelijk dat opgewerveld materiaal sedimenteert, de bodem bedekt, en de organismen verstikt. De mate van beïnvloeding is sterk afhankelijk van de hoeveelheid sediment en de samenstelling ervan, voorts van de stroomsnelheid en van de afstand tussen het lozingspunt en de organismen, de waterdiepte,

de watertemperatuur en het seizoen. Een bijzonder probleem, dat in het Deltagebied eigenlijk niet voorkomt, maar wel in het Rotterdamse havengebied, vormt de aanwezigheid van giftige stoffen in de te baggeren of te bergen specie. In goede samenwerking tussen de betrokken instanties is een 'Definitief Milieu-Effektrapport Berging Baggerspecie' opgesteld, waarin aan alle aspecten van de berging van verontreinigde specie aandacht wordt besteed.

Om te meten hoe groot de invloed van de grondverzetwerkzaamheden ongeveer kan zijn op de omringende levende natuur, zijn bij de bouw van de Oosterschelde-kering waterkwaliteitsmetingen verricht nabij de persmond van de dustpanzuiger, dus op de plaats waar deze zuiger zijn specie loost. Dezelfde metingen zijn uitgevoerd in de nabijheid van gebieden waar mosselen geconcentreerd aanwezig zijn, vier tot tien kilometer oostwaarts. De voorlopige resultaten van de metingen naar het zuurstof- en het zoutgehalte, de temperatuur, de troebelheid en de fluorescentie geven aan dat de verhoogde troebelheid op een afstand van 300 tot 1100 m van de persmond in dezelfde orde van grootte ligt als die tijdens een opkomende vloedstroom, of onder stormachtige weersomstandigheden. Uit eerder onderzoek in de Waddenzee is bekend dat op 1 km van een zandwinningslocatie geen significante verhoging van de troebelheid meer waarneembaar is.

Dit zijn bemoedigende bevindingen. Toch is de kwantificering van de effecten van specieberging en zandwinning op het ecosysteem nog steeds moeilijk. Vele van de organismen die in een estuarium leven, kunnen grote variaties verdragen in diepte, zoutgehalte en temperatuur, en ook nogal wat verschillen in de gehalten aan en de samenstelling van het sediment, in de voedselaanvoer en in het stromingspatroon. Wij weten ook eigenlijk nog te weinig van de wisselwerking die er bestaat tussen de bodem en de organismen die erop leven. Onderzoekresultaten uit andere delen van de wereld zijn veelal moeilijk extrapol eerbaar, omdat de milieufactoren niet dezelfde zijn. Ten slotte wordt het probleem gecompliceerd doordat de samenstelling en de verspreiding van het plankton onder invloed van seizoenwisselingen voortdurend verandert. Het normbepalend onderzoek naar de wisselwerking tussen de biotische en a-biotische factoren in het milieu moet met kracht worden voortgezet, ten einde het functioneren van een groot estuarium als de Oosterschelde beter te kunnen begrijpen en begeleiden.

De oppervlakte van de Oosterschelde zal door de stormvloedkering in de mond en de compartimenteringsdammen aan het andere einde met ongeveer 10 000 ha worden vermindert. Het resterende deel omvat dan nog ongeveer 35 000 ha. De oppervlakte intergetijdgebied – het gebied tussen gemiddeld hoogwater en gemiddeld laagwater – vermindert met 45 %, en als gevolg van de compartimentering neemt de oppervlakte aan schorgebieden met ongeveer 60 % af. Door de reductie van het getij en de verandering van de stroompatronen zal de ligging van platen en geulen zich naar verwachting geleidelijk wijzigen. Deze veranderingen kunnen ook gevolgen hebben voor de Oosterschelde en zijn ecologische functies – bij voorbeeld voor vogels – en de daarmee nauw samenhangende visserijfuncties, mosselverwatering en mosselkweek. Juist ten behoeve van het behoud van deze functies werd gekozen voor de bouw van een beweegbare stormvloedkering in plaats van een dichte dam. Om deze doelstelling te verwezenlijken is het noodzakelijk de effecten van de Deltawerken zo goed en zo vroeg mogelijk te schatten. De eventuele nadelige gevolgen voor de genoemde belangrijke Oosterscheldefuncties kunnen dan tijdig met behulp van inrichtings- en beheersmaatregelen worden voorkomen of beperkt. Naast de veranderingen die in de Oosterschelde als gevolg van de Deltawerken optreden, worden de natuur- en visserijfuncties eveneens beïnvloed door een toenemend gebruik door de mens, met name als recreant. Bij de planmatige begeleiding van de ontwikkelingen in de Oosterschelde gaat het dus niet alleen om de gevolgen van de Deltawerken zelf, maar ook om het kanaliseren en geleiden van het gebruik van het gebied door de mens.

Wanneer men deze problematiek ter hand neemt, blijkt al spoedig dat een groot aantal aspecten van de niet-levende en de levende natuur in het betrokken gebied grondig moet worden bestudeerd, wil men er een zinnig woord over kunnen spreken. Het betreft onder meer de getijdebeweging, de waterkwaliteit, de polderlozingen op het gebied en de geomorfologie; daarnaast algen, bodemdieren, vissen, vogels en vegetatie.

Een voorspelling van de toekomstige ontwikkelingen in het ecosysteem vereist een op al de genoemde aspecten toegespitst onderzoeksprogramma. Bij de hoofdafdeling Milieu en Inrichting van de Deltadienst wordt, voor een deel in samenwerking met andere instituten, al geruime tijd aan en met zo'n onderzoeksprogramma voor de Oosterschelde gewerkt. Op verschillende deelonderzoeken gaan we in het

Inrichting en beheer van het Oosterscheldegebied

vervolg van dit artikel nog nader in. Over het aquatisch ecologisch onderzoek volgt hierachter een afzonderlijke bijdrage. Het onderzoek naar de schorren komt aan de orde in het artikel 'Het beheer van de Oosterschelde-kering'.

Van groot belang voor de toepassing van de onderzoeksresultaten is de vertaling ervan naar de praktijk van het handelen ten aanzien van de Oosterschelde nu en na 1985. Daartoe wordt nog aanvullend onderzoek verricht naar de specifieke ontwikkelingsmogelijkheden voor visserij en recreatief gebruik, met speciale aandacht voor de interactie tussen de recreatie, de visserij en het overig menselijk handelen enerzijds en de natuurlijke waarde van het systeem anderzijds. Het programma voor onderzoek naar de visserijaspecten, waartoe de verwatering van mosselen, de mosselteelt, de oesterteelt, de kokkelvisserij en de overige visserij kunnen worden gerekend, is opgesteld in nauw overleg met het Rijks Instituut voor Visserij Onderzoek. Met het onderzoek naar het functioneren van de verwaterplaatsen is inmiddels al een begin gemaakt. In samenwerking met onder andere de Provincie Zeeland is een onderzoek gestart naar de aantallen recreanten in verschillende gebieden, en naar hun activiteiten. Niet alleen ontplooit de mens activiteiten in het gebied, ook de kunstwerken zijn onderworpen aan het menselijk handelen. In een bijdrage verderop in dit nummer wordt ingegaan op het project ter voorbereiding van een beheersplan voor de Oosterschelde-kering. Naar het gewenste beheer van de sluizen in de Oesterdam en de Philipsdam is het onderzoek nog maar net op gang gekomen.



Beroepsvisserij behoort tot de belangrijkste functies van het Oosterscheldegebied. De sportvisserij kan daarnaast worden toegelaten.



Beleidsplan

Ter voorbereiding van een plan voor inrichting en beheer van het Oosterscheldegebied werd in september 1977 de 'Stuurgroep Oosterschelde' geïnstalleerd. Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen werken in deze groep gezamenlijk aan het ontwikkelen van een totaalvisie voor het gebied. Inmiddels is de inspraak rond een concept-beleidsplan afgerond. Een definitief beleidsplan zal naar verwachting in 1982 worden vastgesteld.

Zoals uit het voorgaande kan worden afgeleid, is in de Oosterschelde niet volstaan met een schets die globaal de toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen in het gebied aangeeft. In de eerste plaats zou zo'n plan slechts een zeer beperkt deel van het Oosterscheldesysteem omvatten, te weten het ruimtelijk deelsysteem. In de tweede plaats veronderstelt een dergelijk plan dat er al een zekere mate van duidelijkheid bestaat ten aanzien van de toekomstige ontwikkelingen in andere deelsystemen. Maar in het Oosterscheldegebied is geenszins sprake van zekerheid omtrent toekomstige ontwikkelingen, noch in het ecosysteem als geheel, noch in delen daarvan.

De Stuurgroep Oosterschelde koos daarom voor een meer integrale aanpak, waarin het gebied wordt beschouwd als een totaal functionerend geheel. Deze aanpak sluit nauw aan bij het milieukundig onderzoek zoals dat bij de hoofdafdeling Milieu en Inrichting plaatsvindt. Ook daar wordt uitgegaan van een integrale benadering van natuurlijke systemen, waarin ook de mens en zijn handelen ten opzichte van dat systeem zijn opgenomen. Deze meer integrale aanpak van de Oosterscheldeproblematiek kreeg vorm in een 'Beleidsplan voor de Oosterschelde'.

Een beleidsplan geeft de gewenste ontwikkelingslijnen weer voor een geheel gebied, maar ook een overzicht van de acties die nodig zijn om de gewenste ontwikkeling te bewerkstelligen; bestuurlijke acties worden daarmee onderdeel van het plan; ten slotte bevat een beleidsplan een overzicht van het onderzoek met behulp waarvan de feitelijke ontwikkelingen in het gebied zullen worden geobserveerd en geëvalueerd. Een beleidsplan omvat op deze wijze de gehele cyclus van het planingsproces, bestaande uit planvoorbereiding en planvorming, planuitvoering, beheer, evaluatie en herziening. Door de integratie van de planfasen binnen het beleidsplan komt tevens een integratie tot stand tussen ruimtelijk facetplan en beheer, tussen de beheerssectoren onderling en tussen de onderzoeksactiviteiten enerzijds en de planfasen anderzijds; het onderzoek

wordt daardoor meer expliciet doelgericht. De algemene begripsbepaling van een beleidsplan kan voor de Oosterschelde nog wat nader worden gespecificeerd. Het gepresenteerde plan omvat de volgende vijf elementen:

- a. Een algemeen beleid, dat ten aanzien van de relevante functies zal worden gevoerd;
- b. een inrichtingsschets, waarin nader wordt ingegaan op de ontwikkelingsmogelijkheden van projecten;
- c. het beheer dat bij het inrichtingsbeleid past,
- d. een onderzoeksplan, ten einde te kunnen voorzien in hiaten in de voor het beleid vereiste kennis van het gebied;
- e. een procedure voor bijstelling van het beleidsplan.

Het algemeen beleid geeft voornemens aan, allereerst ten aanzien van de looptijd en fasering van het plan en dan ook ten aanzien van de voor de Oosterschelde belangrijkste functies: natuur, visserij en recreatie. In verband met de vele onzekerheden ten aanzien van de toekomstige ontwikkelingen in het Oosterscheldegebied biedt het beleidsplan ruimte voor een procesmatige aanpak. Dit betekent dat het snel kan worden aangepast als dit nodig of gewenst blijkt, ten gevolge van feitelijke ontwikkelingen of nieuwe onderzoeksgegevens. Tegen deze achtergrond kunnen voor het beleid drie fasen worden onderscheiden.

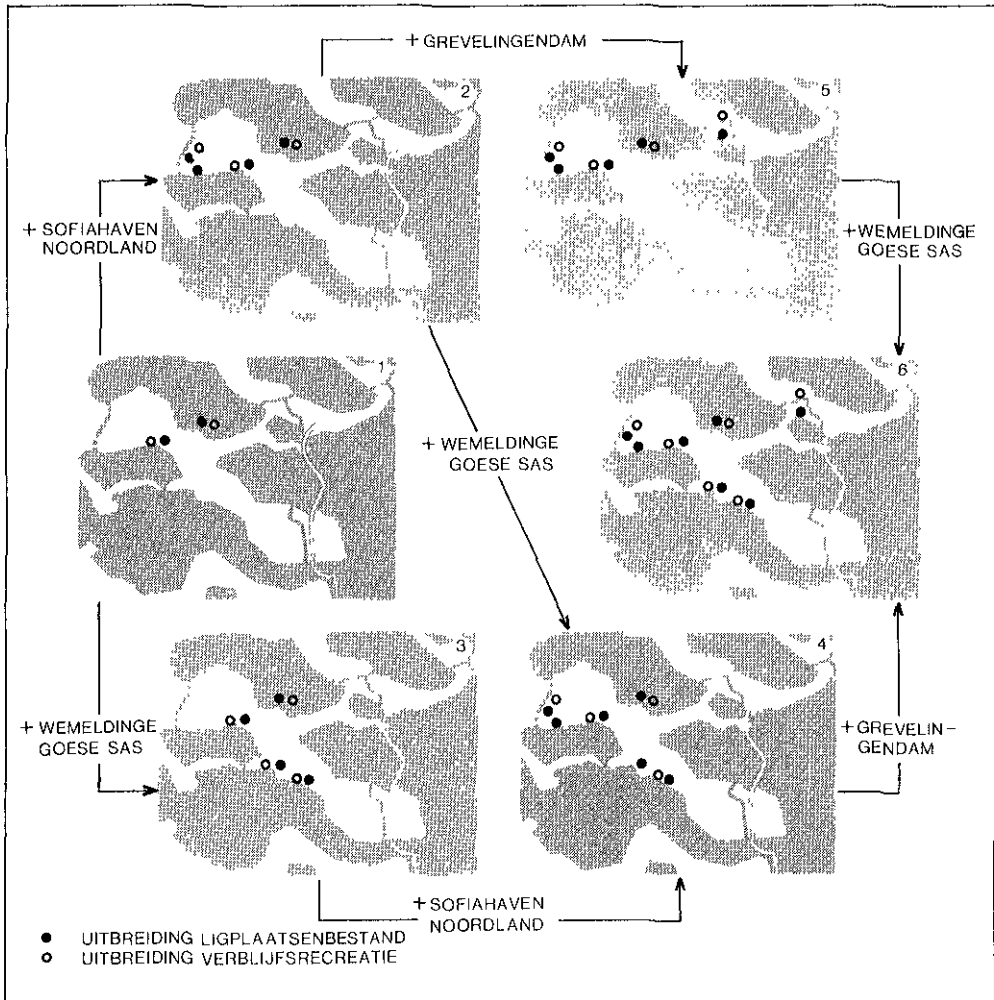
De eerste periode loopt tot de voltooiing van de Oosterschelde-kering in 1985. In deze fase worden de stormvloedkering en de compartimenteringsdammen voltooid. De uitvoering van recreatieprojecten zal, gelet op de onzekerheden, dan nog slechts beperkt aan de orde komen. Om de onzekerheden te reduceren dient veel aandacht te worden besteed aan onderzoek. Het beheer in deze fase dient zoveel mogelijk te worden gericht op de situatie na 1985. Deze fase wordt dus in hoofdzaak gekenmerkt door verdere planvorming of plan-evaluatie.

De tweede periode treedt in na het gereedkomen van de stormvloedkering en de compartimenteringsdammen, en loopt tot 1990. In deze fase is de gedempt-getijsituatie gerealiseerd. Het nieuwe Oosterscheldesysteem ontwikkelt zich naar een evenwichtssituatie. In deze fase kan inzicht worden verkregen in de juistheid van de gehanteerde veronderstellingen, onder andere over de gevolgen van de getijdemping. De verdere ontwikkeling van projecten moet dan worden gezien in het licht van nieuwe onderzoeksresultaten. Het beleid zal daaraan zo

nodig moeten worden aangepast. De beheersplannen dienen zo nodig te worden bijgesteld. Nieuwe ontwikkelingen kunnen ook in deze fase nog slechts beperkt gerealiseerd worden om te voorkomen dat een te grote aanslag wordt gepleegd op de zich stabiliserende natuur- en visserijfunctie.

Ten slotte wordt een periode voorzien van verdere ontwikkelingen na 1990. Aan het begin van deze periode zal naar verwachting inzicht verkregen zijn in de nieuwe evenwichtssituatie. Door de vele onzekerheden hierover kunnen op dit moment geen uitspraken worden gedaan over de realisering van projecten in deze periode. Derhalve dient omstreeks 1990 te worden bezien in hoeverre een volledige aanpassing van het beleidsplan noodzakelijk is.

Fig. 1 Zes inrichtingsschetsen en hun onderlinge relaties.





Ook bij het opstellen van de verschillende inrichtingsschetsen krijgt de procesmatige benadering van het Oosterscheldegebied een zwaar accent. Het is immers niet mogelijk nu een afdoende onderbouwd eindbeeld van de Oosterschelde te presenteren waarvan kan worden gegarandeerd, dat het zonder risico's kan worden gerealiseerd. Daarom zijn zes inrichtingsschetsen gepresenteerd, die alle zowel als eindbeeld als als tussenfase voor de ontwikkeling van het gebied kunnen worden gezien.

Het belangrijkste verschil tussen de schetsen wordt gevormd door de aard en de omvang van jachthavenlocaties en verblijfsrecreatie. In figuur 1 zijn de 6 schetsen en de relaties ertussen weergegeven. De eerste schets omvat slechts ontwikkelingen bij Zierikzee en Colijnsplaat, de zesde schets nog op 5 andere plaatsen. Aan de inspreker en aan de bestuurder is thans de keuze bij welke schets de ontwikkelingen kunnen worden gestart. Afhankelijk van die keuze zijn later wellicht verdere ontwikkelingen mogelijk in de richting van de op het schema aangegeven pijlen. Het dagelijks bestuur van de Stuurgroep Oosterschelde koos in beginsel voor een startpunt bij schets 3, waarbij werd aangetekend dat de aangegeven ontwikkeling bij Wemeldinge vooralsnog achterwege dient te blijven. Deze keuze, die zeer dicht tegen schets 1 aan ligt, laat voor de toekomst nog veel keuzevrijheid over.

De ontwikkelingen in het Oosterscheldegebied moeten worden begeleid met een geïntegreerd beheer, dat wil zeggen een beheer waarin scheepvaart, natuur, waterbeheer, visserijbeheer, beheer van oevers en aan de Oosterschelde gerelateerde binnendijkse natuurgebieden

en zo meer, alle worden gericht op het functioneren van het gebied als geheel. Zonder te veel te verabsoluteren kan worden gesteld dat gezien het karakter van de Oosterschelde maatregelen in de sfeer van het beheer in principe van veel groter belang moeten worden geacht dan maatregelen in de sfeer van de inrichting. In het beleidsplan wordt hieraan dan ook veel aandacht besteed.

Uit het prognose-onderzoek dat tot nu toe met betrekking tot de toekomst van de Oosterschelde is uitgevoerd kwam telkens weer onzekerheid naar voren omtrent de ontwikkeling na 1985. Meer nog wellicht dan bij plannen voor andere gebieden zal in de Oosterschelde het accent bij de uitvoering van het beleidsplan dan ook moeten worden gelegd op het onderzoek. Dit onderzoek zal zich richten op de in het beleidsplan voor de Oosterschelde gesignaleerde meest kritische onzekerheden. In de periode tot 1985 zal worden getracht nieuwe technieken toe te passen en te ontwikkelen, onder meer op het terrein van het ecologisch modelonderzoek. De hoofdafdeling Milieu en Inrichting legt in de eigen onderzoeksprogramma's en in het onderzoek dat aan derden wordt uitbesteed, steeds meer de nadruk op deze modelmatige benadering van het ecosysteem. Zij verwacht op deze wijze het snelst haar kennis over de wijze van functioneren van het systeem te kunnen vergroten en de effecten van veranderingen die binnen of buiten het systeem optreden beter te kunnen onderkennen. Beheersing en begeleiding van het ecosysteem kan daardoor meer effectief worden uitgevoerd. Vooral na 1985, wanneer het Oosterscheldesysteem onder gewijzigde randvoorwaarden moet gaan functioneren, dienen we te beschikken

Spontane recreatieve ontwikkeling langs de oever van Noord-Beveland.

over een adequate methodiek voor besturing van het ecosysteem. Het evaluatie- en procesonderzoek, zoals dat in het beleidsplan Oosterschelde van belang wordt geacht, kan globaal worden onderverdeeld in een aantal thema's. Primair is het onderzoek naar de nieuwe uitgangssituatie die zal ontstaan door de bouw van de Oosterscheldekering en de compartimenteringsdammen. Dan is hoge prioriteit weggelegd voor een onderzoek naar de ontwikkelingsmogelijkheden van de visserij binnen de nieuwe uitgangssituatie, gevolgd door onderzoek naar de ontwikkeling van het recreatief gebruik. Tevens wordt onderzoek verricht naar het effect van recreatie, visserij en overig menselijk handelen op de natuurfunctie van het gebied. Ook een onderzoek naar het vervoer van milieu-onvriendelijke stoffen staat op het programma. Daarbij zal steeds een open oog moeten bestaan voor mogelijke en wenselijke beheersmaatregelen en de effecten die daarvan te verwachten zijn. Een niet onaanzienlijk deel van de onderzoeksinspanning zal tot en vooral na 1985 op deze problematiek worden gericht. In het algemeen kan dat worden gekarakteriseerd als een procesevaluatie-onderzoek.

De wijze waarop onderzoeksresultaten in planningsprocessen kunnen worden verwerkt is veelal niet eenduidig of zeer vaag geregeld. Bij het Oosterscheldeplan is in principe gekozen voor een systeem met jaarlijkse voortgangs- of evaluatierapportages. De planevaluatierapportages zullen worden opgesteld aan de hand van per onderzoekthema opgestelde rapporten, die in elk geval een overzicht bevatten van de ontwikkelingen die zich in de rapportageperiode hebben voorge-

daan, verder een weergave van voor het beleidsplan voor de Oosterschelde relevante onderzoeksresultaten, en een overzicht van de noodzakelijke wijzigingen en aanpassingen van het beleid op grond van de eerder genoemde overwegingen.

De planevaluatierapporten vormen aldus de motor voor de periodieke bijstelling van het beleidsplan. Met behulp van deze rapporten groeit het plan als het ware mee met de feitelijke ontwikkelingen in het gebied, zonder dat volledige en derhalve zeer tijdrovende aanpassingen noodzakelijk zijn.

Het beleidsplan voor de Oosterschelde is een poging tot integrale aanpak van een gebied. De beschikbare bestuurlijke en juridische instrumenten zijn voor een dergelijke aanpak nog lang niet toereikend. Toch is een integrale benadering van de Oosterscheldeproblematiek essentieel voor de toekomst van het hele bekken. Het beschikbare bestuurlijke en juridische instrumentarium dient derhalve ten behoeve van dit soort plannen nader te worden aangevuld.

Ook het onderzoek dat in het kader van het beleidsplan na 1985 moet worden uitgevoerd is een onmisbare schakel in de totale benadering van het gebied. Het ontwikkelen van adequate methoden en technieken zal dan ook met voortvarendheid worden voortgezet.

Kikvorsmannen verzamelen gegevens over onderwaterflora en -fauna.



Het aquatisch ecologisch onderzoek in de Oosterschelde is tot nu toe in hoofdzaak beperkt geweest tot het meten van a-biotische milieufactoren, zoals stroomsnelheid, zoutgehalte, fosfaatgehalte, temperatuur en doorzicht, en tot een inventarisatie van de soortenrijkdom van de levensgemeenschappen in het water en in de onderwaterbodem. Voor het beschrijven van de nieuwe uitgangssituatie na 1985 is een dieper inzicht nodig in de ecologische processen die de geconstateerde soortenrijkdom en produktiviteit bepalen.

Aquatisch ecologisch onderzoek

De Oosterschelde blijkt biologisch gezien een bijzonder rijk gebied te zijn. De lijst van geregistreerde soorten omvat bij voorbeeld 400 verschillende algen, 500 bodemdieren, 80 schelpdieren en 85 vissen. Uit de opbrengsten van de schelpdiercultuur blijkt ook dat de Oosterschelde een bijzonder produktief gebied is.

Inventarisatiestudies alleen geven echter weinig inzicht in het functioneren van het ecologische systeem en zijn daarom ontoereikend voor het beschrijven van de nieuwe uitgangssituatie na 1985. Voor het maken van prognoses is een dieper inzicht nodig in de ecologische processen die de geconstateerde soortenrijkdom en produktiviteit bepalen.

Onder meer is kennis nodig van de voedselketens en van de relatie tussen de a-biotische omgeving en de ecologische processen.

Nu zijn er als gevolg van de werken in het Deltagebied veranderingen te verwachten in de a-biotische milieufactoren. Bij voorbeeld: de stroomsnelheden worden kleiner, de uitwisseling met de Noordzee vermindert, de lozingssituatie wijzigt zich, en het doorzicht neemt plaatselijk toe. Al deze veranderingen zullen natuurlijk van invloed zijn op het functioneren van de levensgemeenschappen, en daarmee op de soortenrijkdom en de produktiviteit. Echter, de mate waarin veranderingen gaan optreden, is nog grotendeels onbekend.

De complexiteit van het ecosysteem maakt het noodzakelijk om keuzes te maken en prioriteiten te stellen ten aanzien van de te onderzoeken relaties en invloeden. Gekozen is voor een probleemgerichte benadering: het onderzoek van de hoofdafdeling Milieu en Inrichting is geconcentreerd op die groepen van organis-

men, processen en milieufactoren die, als de tekenen niet bedriegen, na 1985 kunnen gaan veranderen, en waarvan anderzijds de invloed op het totale ecologische systeem aanzienlijk is. Indien de veranderingen leiden tot een vermindering van de natuurlijke waarde en van de visserijmogelijkheden, zullen ook de mogelijke maatregelen om deze achteruitgang te voorkomen onderdeel gaan vormen van het onderzoek. We zullen nu verder onze bedoelingen illustreren aan de hand van het onderzoek naar de relatie tussen zoutgehalte en soortenrijkdom en dat naar de globale voedselbalans.

Zoutgehalte en soortenrijkdom

Het zoutgehalte is één van de meest bepalende factoren voor de soortenrijkdom van het ecosysteem. Sedert Bericht 87 verscheen (februari 1979) zijn er alweer meer gegevens verzameld over deze relatie. Uit de gegevens over de soortenrijkdom van grote bodemdieren in het Deltagebied en uit literatuurgegevens over het voorkomen van bodemdieren in andere estuaria, waaronder de Oostzee, de Zuiderzee en Delaware Bay in Amerika, blijkt dat er geen sprake is van een duidelijke grens waarbeneden de soortenrijkdom drastisch vermindert. Veeleer is er sprake van een langgerekt traject van zoutgehaltes, aflopend van 20 naar 10‰ $\text{Cl}^-/\text{l} - 1\text{‰} \text{Cl}^-$ per liter is gelijk aan 1,8 gram zout per liter -, waarin de soortenrijkdom geleidelijk afneemt. Ook is duidelijk geworden dat de afhankelijkheid van het zoutgehalte sterk kan verschillen per soort. Om de relatie tussen het zoutgehalte en het voorkomen van bodemdieren voor het Deltagebied nader te verifiëren, zijn op het traject Volkerak-Keeten een aantal raaien uitgezet die

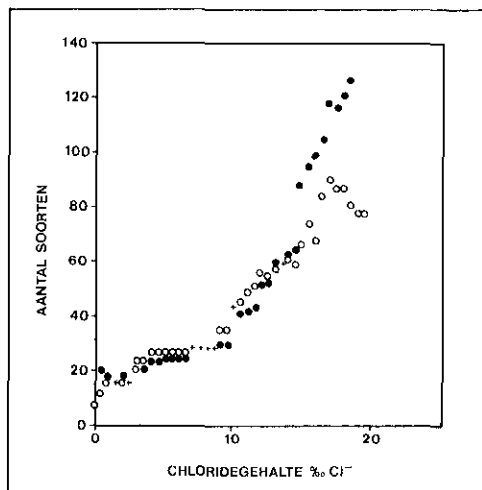


Fig. 1. Relatie tussen soortenrijkdom van zeven diergroepen op harde (o) en zachte (•) ondergrond in het Deltagebiet enerzijds, en het zoutgehalte anderzijds.

periodiek worden bemonsterd. De resultaten van dit onderzoek zijn in de loop van 1982 te verwachten. Naast het gemiddeld zoutgehalte, blijkt ook de wisseling in het zoutgehalte bepalend te zijn voor de levensgemeenschappen. Een sterke wisseling vraagt zoveel aanpassing van de bodemdieren, dat hun conditie sterk achteruitgaat, en de sterfte toeneemt.

Mede omdat we in de toekomst juist te maken kunnen krijgen met plaatselijk optredende korte perioden van verlaagde zoutgehalten, is het in Bericht 90 (november 1974) en 94 (november 1980) beschreven experimenteel lozingsprogramma uitgevoerd met de Volkeraksluizen. Door een tijdelijke verhoging van de zoetwatertoevoer van 50 m³/s tot 100 m³/s konden middels analyse van de veranderingen in de levensgemeenschappen tijdens en na de verlaging van het zoutgehalte inzichten worden gewonnen ten aanzien van hun aanpassingsvermogen. Een van de nu bekende resultaten is dat er geen achteruitgang in de conditie van de mosselen kan worden aangetoond ten gevolge van de verhoogde zoetwatertoevoer. Ook op laboratoriumschaal wordt tegelijkertijd onderzoek gedaan naar de gevoeligheid van individuele organismen voor variaties in het zoutgehalte.

Welke variaties er nu kunnen worden verwacht in het zoutgehalte, en wat de mogelijkheden zijn om door specifieke beheersmaatregelen het zoutgehalte op peil te houden, is onderwerp van weer een ander onderzoek.

In Bericht 87 en 88 (februari en mei 1979) wordt uitvoerig ingegaan op de waterhuishoudkundige relaties in het Deltagebiet die een rol spelen bij het beheer van het zoutgehalte, en

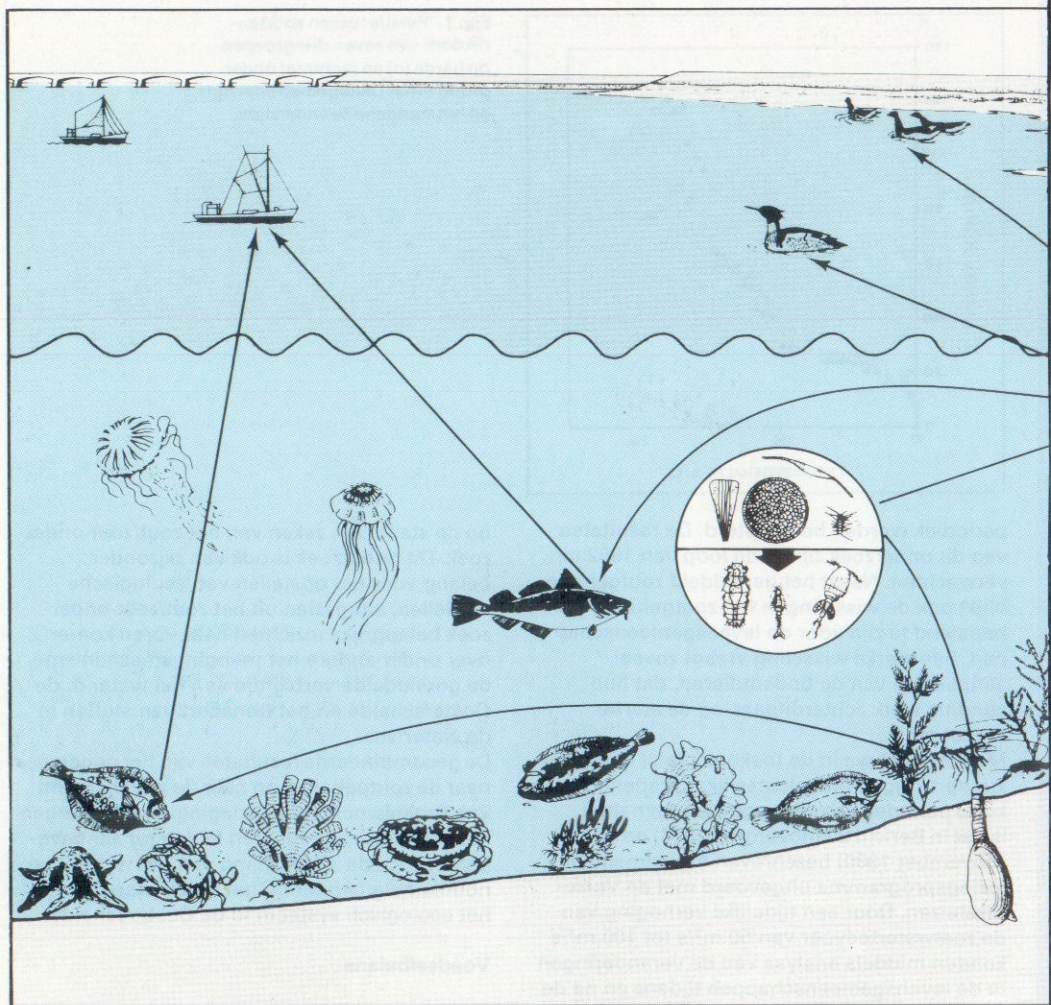
op de stand van zaken van het zout/zoet-onderzoek. Dit onderzoek is ook van bijzonder belang voor het opstellen van ecologische modellen, aangezien uit het zout/zoet-onderzoek belangrijke inzichten naar voren komen over onder andere het mengingsmechanisme, de gemiddelde verblijftijd van het water in de Oosterschelde en het transport van stoffen in de waterfase.

De gecombineerde resultaten van het onderzoek naar de zoutgehalten en naar de gevoeligheid van organismen voor verlaging en wisselingen in het zoutgehalte moeten leiden tot aanbevelingen voor de afstemming van het waterhuishoudkundig beheer op het functioneren van het ecologisch systeem in de Oosterschelde.

Voedselbalans

Het aquatisch ecologisch systeem kan worden opgevat als een voedselketen waarvan de basis wordt gevormd door de groei van algen en hogere waterplanten onder invloed van zonlicht, met als bouwstoffen voornamelijk koolzuur, stikstof, fosfor en silicium. Deze zogenaamde primaire producenten dienen als voedselbron voor vele groepen van water- en bodemdieren, die op hun beurt weer door hogere organismen geconsumeerd kunnen worden. Aan het eind van de voedselketen staan bij voorbeeld de grotere roofvissen en vogels en, via het visserijbedrijf, de mens. Ook door bacteriële afbraak van gestorven organismen wordt er voedsel aan de keten onttrokken. Bij dit mineralisatieproces komen de oorspronkelijke bouwstoffen, zoals koolzuur en fosfor, weer vrij.

De voedselketen functioneert krachtens drie sleutelprocessen: de primaire productie, de



consumptie en de mineralisatie. Voor de Oosterschelde is bovendien waarschijnlijk een vierde proces van essentieel belang, namelijk het transport van voedsel vanuit de Noordzee. Die vier processen vormen ook de basiselementen waarop het onderzoek naar de globale voedselbalans is gericht. Sterk geschematiseerd voorgesteld vormen het transport en de primaire produktie de ene kant van de balans, en de consumptie en mineralisatie de andere kant. Verandering in één van de processen kan van invloed zijn op het functioneren van het gehele ecosysteem. Het doel van het onderzoek is na te gaan of, en zo ja, welke veranderingen in de voedselketens verwacht kunnen worden na 1985. Om tot kwantitatieve uitspraken over de nieuwe uitgangssituatie te komen is globale kennis onontbeerlijk over de voedselketens in de huidige situatie, en de milieufactoren die

daarvoor bepalend zijn.

Het globale in de benadering van de voedselbalans betekent voor het onderzoek dat het accent ligt op de kwantitatief belangrijkste stofstromen en op de in biomassa gewichtigste groepen van organismen.

Als leidraad voor het onderzoek kan figuur 3 gelden. De relatieve grootte van de verschillende stofstromen en de biomassa's is geschat op grond van eerdere studies. In deze schattingen zit nog een ruime foutenmarge, doordat ze nog onvoldoende steunen op werkelijk gemeten waarden.

Aan de hand van de vier genoemde sleutelprocessen, transport, primaire produktie, consumptie en mineralisatie zal het onderzoek, dat in 1980 van start is gegaan, nu nader worden toegelicht. In het project wordt tevens aandacht geschonken aan de soortensamenstelling, aan

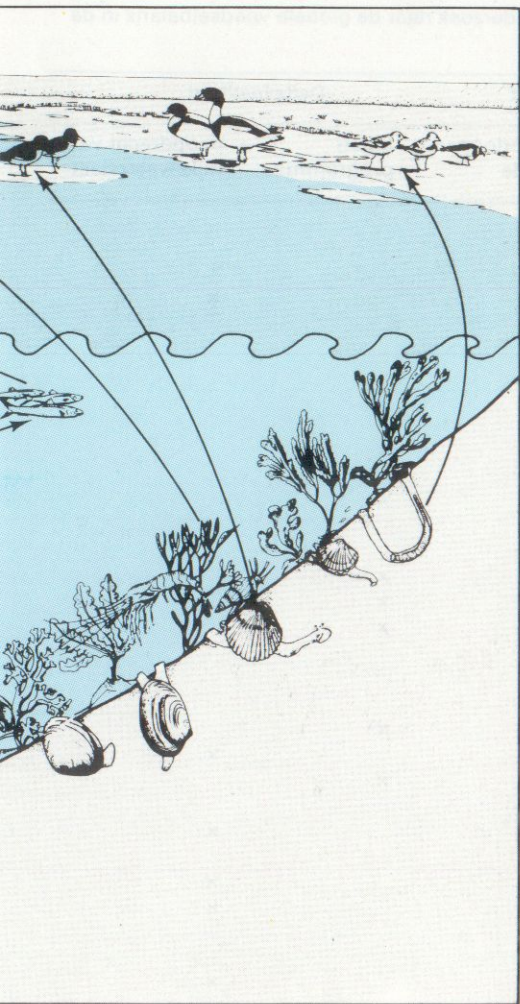
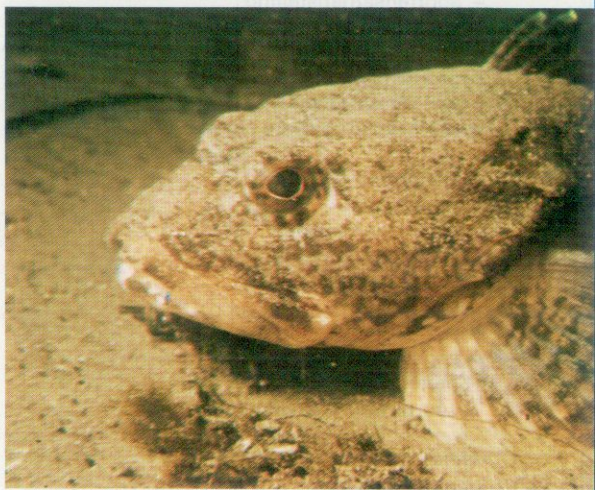


Fig. 2. Voedselketens in het Deltagebied. Op de foto's van boven naar beneden: scholeksters, puitaal, stukje brood-spons tussen mosselen en anemonen.



Tabel 1. Taakverdeling en samenwerking bij het onderzoek naar de globale voedselbalans in de Oosterschelde

Onderzoek	Deltadienst		Delta Instituut	
	Milieu en Inrichting	Waterloop-kunde	Eigen programma	In opdracht van Rijkswaterstaat
<i>Transport</i>				
organische stof				
- particulier	x	x		x
- opgelost slib		x		x
voedingsstoffen	x			
<i>Primaire produktie</i>				
algen in het water				
- biomassa-bepaling	x		x	
- produktiemeting	x		x	
- soortensamenstelling			x	
bodemalgen				
- biomassa-bepaling				x
- produktiemeting			x	
- soortensamenstelling			x	
zeegrassen en grotere algen			x	
<i>Consumptie</i>				
dierlijk plankton				
- biomassa-bepaling			x	
- consumptiemeting				x
- soortensamenstelling			x	
bodemdieren				
- biomassa-bepaling				x
- consumptiemeting	x			
- metabolische activiteit				x
- soortensamenstelling				x
<i>Mineralisatie</i>				
oppervlaktewater				x
onderwaterbodem				x
Modelonderzoek	x	x	x	

de plaats van voorkomen van de belangrijkste groepen van organismen en aan hun relatie met a-biotische milieufactoren.

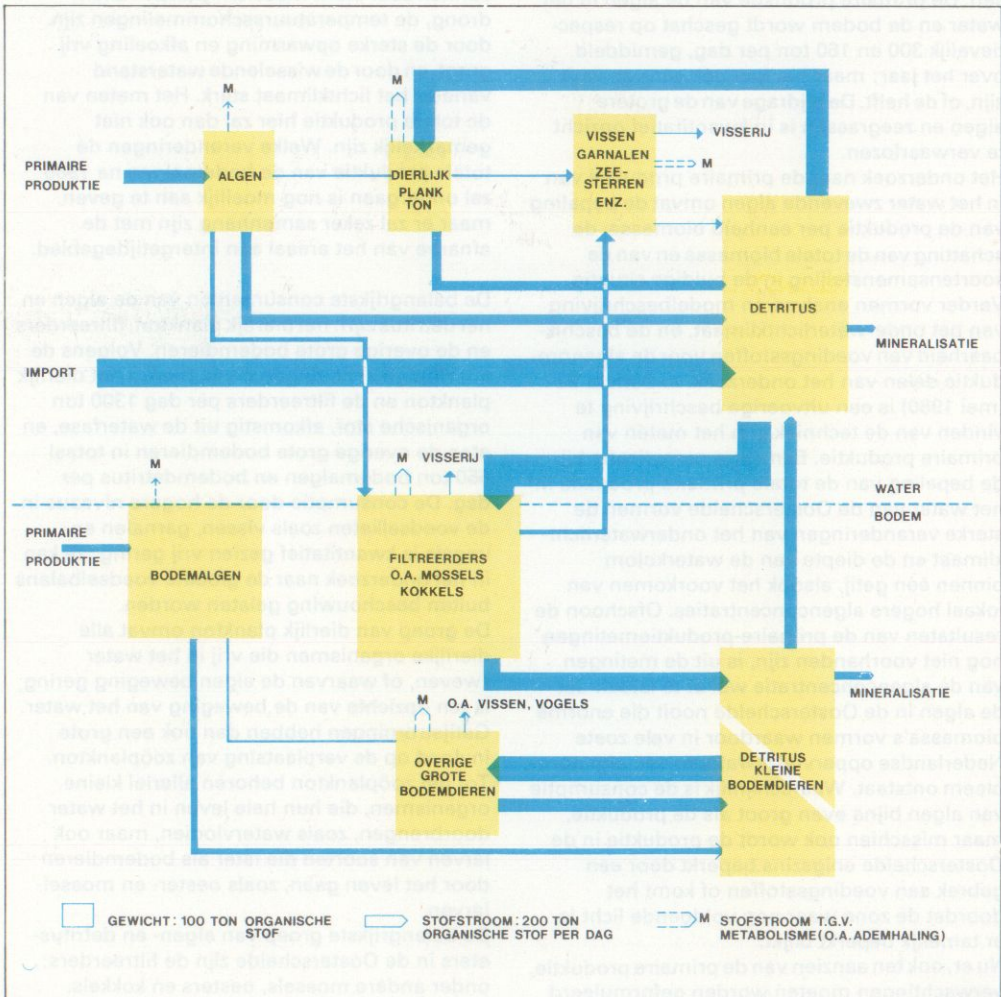
Volgens vroegere schattingen is de import een even belangrijke bron van voedsel voor het Oosterschelde-systeem als de primaire produktie van algen in het water en de bodem. De netto-import werd geraamd op 700 ton organische stof per dag. De onzekerheidsmarge is overigens nog erg groot. Uit een meting van het transport gedurende één getij van en naar

de kom van de Oosterschelde op 20 april 1979 werd een import van 125 ton berekend. Uit andere metingen kon worden aangetoond dat de concentratie van organische stof in het water tijdens vloed gemiddeld hoger was dan in het ebwater en ook dat wijst op import. De organische stof komt de Oosterschelde overwegend binnen in de vorm van dode organismen of delen ervan, al of niet samengeklonterd met slib, zogenaamde 'detritus'. De oorzaak van deze import is nog onbekend. Misschien is ze een gevolg van de actieve

filtratie van het water door schelpdieren, waarbij de zwevende organische bestanddelen worden afgefilterd en deels als pseudo-faeces afgezet op de bodem, of ook van directe sedimentatie in bepaalde delen van de Oosterschelde.

In het transportonderzoek wordt ook onderzocht op welke wijze het transport plaatsvindt en hoe de relaties liggen tussen de omvang van het transport en onder meer de stroomsnelheden, de waterbeweging, vooral de uitwisseling met de Noordzee, en morfologische factoren. Als deze relaties bekend zijn, kan met behulp van modelberekeningen worden nagegaan of met de verandering van de uitwisseling met de Noordzee en de stroomsnelheden na 1985 ook de voedselimport naar de Oosterschelde, of de verdelingen van de import over het bekken verandert.

Fig. 3. Vermoedelijke omvang en samenhang van de voedingsstoffenstromen in de ecologie van het Oosterschelde-gebied.



Enkele onderdelen van het transportonderzoek zijn: meting van het transport door een dwarsdoorsnede van de Oosterschelde gedurende één getijfase, bepaling van de valsnelheden en van de opwerveling van de verschillende vormen van detritus, en bepaling van de invloed van stormen op de detritus-import. Tevens wordt, min of meer parallel hieraan, onderzoek verricht naar het slibtransport en de uitwisseling tussen Noordzee en Oosterschelde van de voedingsstoffen stikstof, fosfor en silicium.

Zoals reeds gezegd staat de groei van algen en hogere planten aan de basis van elke voedselketen. We hebben bij ons onderzoek te maken met drie groepen van primaire produkten: algen die in het water zweven, bodemalgen en grotere algen op de dijkglooiingen en zeegras-sen. De primaire produktie van de algen in het water en de bodem wordt geschat op respectievelijk 300 en 160 ton per dag, gemiddeld over het jaar; maar het kan ook eens zo veel zijn, of de helft. De bijdrage van de grotere algen en zeegras-sen is in kwantitatief opzicht te verwaarlozen.

Het onderzoek naar de primaire produktie van in het water zwevende algen omvat de bepaling van de produktie per eenheid biomassa, de schatting van de totale biomassa en van de soortensamenstelling in de huidige situatie. Verder vormen analyse en modelbeschrijving van het onderwaterlichtklimaat, en de beschikbaarheid van voedingsstoffen voor de algenproduktie delen van het onderzoek. In Bericht 92 (mei 1980) is een uitvoerige beschrijving te vinden van de techniek van het meten van primaire produktie. Een extra complicatie bij de bepaling van de totale primaire produktie in het water van de Oosterschelde vormen de sterke veranderingen van het onderwaterlichtklimaat en de diepte van de waterkolom binnen één getij, alsook het voorkomen van lokaal hogere algenconcentraties. Ofschoon de resultaten van de primaire-produktiemetingen nog niet voorhanden zijn, is uit de metingen van de algenconcentratie wel af te leiden dat de algen in de Oosterschelde nooit die enorme biomassa's vormen waardoor in vele zoete Nederlandse oppervlaktewateren een algenprobleem ontstaat. Waarschijnlijk is de consumptie van algen bijna even groot als de produktie, maar misschien ook wordt de produktie in de Oosterschelde enigszins beperkt door een gebrek aan voedingsstoffen of komt het doordat de zone waar nog voldoende licht is, er tamelijk beperkt blijkt.

Nu er, ook ten aanzien van de primaire produktie, verwachtingen moeten worden geformuleerd

voor de nieuwe uitgangssituatie, zal de aandacht vooral moeten uitgaan naar de gevolgen van de veranderingen in het onderwaterlichtklimaat bij een zich wijzigend *sedimentatiepatroon*, en van de verandering in het aanbod van de voedingsstoffen fosfor, stikstof en silicium, doordat de lozingssituatie zich wijzigt en de uitwisseling met de Noordzee van karakter verandert.

De bodemalgen bestaan in hoofdzaak uit ééncelligen die leven op en in de bodem, vooral op de bij laagwater droogvallende platen. Zij vormen het voedsel voor de aldaar aanwezige bodemdieren.

Het onderzoek naar de biomassa van de bodemalgen is in 1980 begonnen. In deze studie wordt het accent gelegd op de variatie in tijd en ruimte van de totale biomassa. De omgevingsfactoren voor de bodemalgen kunnen zeer sterk wisselen: platen vallen droog, de temperatuurschommelingen zijn groot, en door de wisselende waterstand varieert het lichtklimaat sterk. Het meten van de totale produktie hier zal dan ook niet gemakkelijk zijn. Welke veranderingen de totale produktie van de bodemalgen na 1985 zal ondergaan is nog moeilijk aan te geven, maar er zal zeker samenhang zijn met de afname van het areaal aan intergetijdegebied.

De belangrijkste consumenten van de algen en het detritus zijn: het dierlijk plankton, filtreerders en de overige grote bodemdieren. Volgens de voorlopige schattingen consumeren het dierlijk plankton en de filtreerders per dag 1300 ton organische stof, afkomstig uit de waterfase, en eten de overige grote bodemdieren in totaal 650 ton bodemalgen en bodemdetritus per dag. De consumptie door de hogere niveaus in de voedselketen zoals vissen, garnalen en vogels is kwantitatief gezien vrij gering; ze kan in het onderzoek naar de globale voedselbalans buiten beschouwing gelaten worden.

De groep van dierlijk plankton omvat alle dierlijke organismen die vrij in het water zweven, of waarvan de eigen beweging gering is ten opzichte van de beweging van het water. Getijstromingen hebben dan ook een grote invloed op de verplaatsing van zoöplankton. Tot het zoöplankton behoren allerlei kleine organismen, die hun hele leven in het water doorbrengen, zoals watervlooien, maar ook larven van soorten die later als bodemdieren door het leven gaan, zoals oester- en mossellarven.

De belangrijkste groep van algen- en detrituseters in de Oosterschelde zijn de filtreerders; onder andere mossels, oesters en kokkels.

Deze bodemdieren voeden zich door het water te filtreren. De oneetbare bestanddelen worden als zogenaamde pseudo-faeces weer uitgescheiden. De filtreerders komen zowel voor op harde substraten – dijksglooiingen en meerpalen – als op zachte bodems.

Andere grote bodemdieren die algen en detritus eten, zijn bij voorbeeld het wadslakje, de alikruik, het nonnetje en verschillende wormen, zoals de wadpier en de zeeduizendpoot. De wijze waarop zij voedsel tot zich nemen verschilt nogal, maar een gezamenlijk kenmerk is dat zij het voedsel op of in de bodem zoeken. De totale biomassa is, in vergelijking met die van de filtreerders, beperkt.

Naast de grotere bodemdieren wemelt het in de bodem ook nog van zeer kleine diertjes, kleiner dan 1 mm. Hun totale gewicht is gering en over hun rol in de omzetting van stoffen in de bodem is nog slechts weinig bekend, maar aangenomen wordt dat zij veel materiaal kunnen omzetten en als zodanig van invloed zijn op het functioneren van het ecosysteem. Om de totale consumptie door de filtreerders, de overige bodemdieren en het dierlijk plankton te schatten, zal zowel hun biomassa, alsook de afzonderlijke consumptie per individu van de belangrijkste van deze soorten worden bepaald: hoeveel en wat eten ze, en hoeveel scheiden ze weer uit? Van de kleine bodemdieren zal alleen de totale activiteit gemeten worden. Bovendien vindt onderzoek plaats naar de soortensamenstelling van de beschouwde groepen organismen. Uiteindelijk moet het consumptie-onderzoek leiden tot uitspraken over de in de toekomstige situatie benodigde hoeveelheden voedsel om het ecosysteem op een vergelijkbaar productieniveau te houden.

Onder mineralisatie wordt verstaan de afbraak van dode organische stof – detritus – door bacteriën. Ze kan zowel in het water als op of in de bodem plaatsvinden. Door mineralisatie wordt detritus, een voedselbron voor bodemdieren en zoöplankton, aan het systeem onttrokken. Deze negatieve post op de voedselbalans wordt geschat op 200 ton per dag. De positieve kant van de mineralisatie is, dat allerlei slecht verteerbare en bij hoge concentraties toxische afvalstoffen van dieren worden afgebroken, waarmee wordt voorkomen dat ze zich in het systeem ophopen. De afbraak van organische stof kan zowel onder zuurstofrijke als onder zuurstofloze omstandigheden plaatsvinden. In het eerste geval wordt er zuurstof verbruikt door de

bacteriën, waarbij op den duur zuurstofloosheid kan ontstaan, als de toevoer stagneert. Onderzocht gaat worden of zo'n situatie zich lokaal zou kunnen gaan voordoen.

Het mineralisatie-onderzoek is in 1979 van start gegaan in het Grevelingenmeer, en zal vanaf 1982 worden geïntensiveerd op de Oosterschelde, met als doel de mineralisatiesnelheden in de huidige situatie te bepalen en door gericht onderzoek naar de beïnvloedende factoren aanwijzingen te krijgen over de mineralisatieprocessen in de situatie met gedempt getij, na 1985.

Het zal na het in vogelvlucht beschreven onderzoek naar de globale voedselbalans in de Oosterschelde duidelijk zijn, dat het onderzoek niet alleen zeer omvangrijk is, maar ook dat er kennis vanuit verschillende disciplines – onder andere de waterlooptkunde, de chemie en de hydrobiologie – nodig is om tot een nauwkeurig voedselbalans te komen en uitspraken te kunnen doen over de toekomstige situatie. Voor de integratie van de meetresultaten, het begeleiden van het onderzoek en het geven van verwachtingen over de nieuwe uitgangssituatie zullen mathematische modellen worden ontwikkeld.

Bij de uitvoering van het onderzoek wordt door de hoofdafdeling Milieu en Inrichting dan ook zeer intensief samengewerkt met de Hoofdafdeling Waterlooptkunde van de Deltadienst, vooral voor wat betreft de transport- en modelaspecten, en met het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek te Yerseke. Een overzicht van de verdeling van de taken wordt gegeven in tabel 1. Daarnaast zijn ook andere deskundigen, waaronder onderzoekers van het Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek, bij het onderzoek betrokken.

Welke doelstelling de regering nastreeft met betrekking tot het natuurlijk milieu in de Oosterschelde, kan worden opgemaakt uit de brieven die de Minister van Verkeer en Waterstaat op 9 november 1974 toezond aan de voorzitter van de Tweede Kamer en aan het College van Gedeputeerde Staten van de provincie Zeeland.

De Minister schrijft: 'Uit overwegingen van milieuzorg bestaat dan ook een sterke voorkeur voor het behoud van een zekere getijdewerking in het Oosterscheldebekken, opdat aldus de mogelijkheid bestaat een ecosysteem te handhaven, dat het huidige zoveel mogelijk benadert'. En, 'De oplossing met een z.g. stormstuwcaissondam (intussen Oosterschelde-kering genoemd, red.) voorziet erin een groot deel van het Oosterschelde-areaal op te nemen in een ecosysteem waarvan een aantal randvoorwaarden – getij, stroming, zoutgehalte, temperatuur – de huidige zoveel mogelijk benaderen'. Wil echter de peperdure Oosterschelde-kering optimaal aan zijn doel beantwoorden, dan zal hij volgens een weloverwogen plan moeten worden beheerd. In dit artikel willen we de milieukundige inbreng beschrijven, die is geleverd bij het maken van een beheersplan voor de Oosterschelde-kering. Zo'n beheersplan verschaft de beheerder een draaiboek waarin staat aangegeven wanneer en op welke wijze de kering daadwerkelijk gebruikt moet worden.

Het gebruik van de stormvloedkering in de Oosterscheldemond houdt altijd in dat de getijdewerking wordt verminderd of zelfs onderbroken. Als niet van tevoren alle consequenties goed worden overwogen, zou de beheerder gemakkelijk een fout kunnen maken, vooral onder de psychische druk van zwaar stormweer.

De totale studie over dit onderwerp staat bekend als de BARCON-studie, kort geleden nog behandeld in deze Berichten, en wel in nr. 92 (mei 1980). De Afdeling Voorlichting van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat verspreidt daarnaast een brochure, waarin de resultaten van de eerste fase van de BARCON-studie zijn samengevat. De eerste fase ging over de ontwerpeisen die aan de Oosterschelde-kering worden gesteld vanuit de belangen van veiligheid en milieu. Het resultaat komt er kort gezegd op neer, dat de kering op alle mogelijke manieren moet kunnen worden gesloten en geopend, zelfs tijdens stormweer, zonder dat de standzekerheid in gevaar komt.

Dat geeft de beheerder de vrijheid om te kiezen uit een aantal vormen van gebruik. Van elke gebruiksvorm moeten de effecten worden beoordeeld op de veiligheid, het natuurlijk

Het beheer van de Oosterschelde-kering

milieu, de visserij, de waterhuishouding, de scheepvaart, enzovoort. Dat gebeurt in de vorm van een beleidsanalytische studie, waarover in een later stadium zal worden gerapporteerd.

De milieukundige inbreng in de studies aangaande het beheer van de Oosterschelde-kering richt zich op drie probleemvelden. In de eerste plaats moet de huidige toestand van het ecosysteem in de Oosterschelde precies worden beschreven en moet worden geraamd welke veranderingen er zullen optreden door de bouw van de kering en door de compartimentering van het Oosterscheldebekken. Deze beschrijving is noodzakelijk om een referentie te hebben waaraan kan worden getoetst, of het *gebruik* van de kering gevolgen heeft voor het natuurlijk milieu. Een voorbeeld moge dit verduidelijken. Iedereen zal het er over eens zijn, dat schorren een onmisbaar onderdeel vormen van het huidige ecosysteem van de Oosterschelde. De randen van een schor zijn erg gevoelig voor de aanval van golven en stroming. Om erosie te vermijden moet de Oosterschelde-kering dus niet zo worden gesloten, dat het water dagenlang tegen de schorranden aanklotst, en zeker niet tijdens een storm. Daarom is een inventarisatie gemaakt van de hoogteligging van de schorranden. Na 1985 zullen de hoogwaterstanden echter gemiddeld lager zijn dan nu. De hoogteligging van een schor is onder meer afhankelijk van die gemiddelde hoogwaterstand. Dat betekent, dat schorranden in de jaren na 1985 ook op een *lager* niveau kunnen gaan voorkomen dan in de huidige situatie. Bij het inschatten van de effecten op het milieu moet dus met de huidige en met de toekomstige situatie rekening worden gehouden.



1.

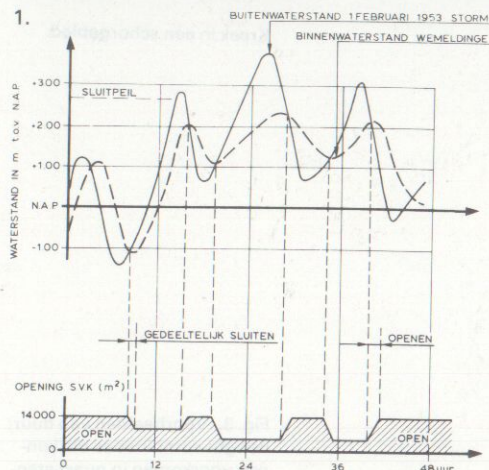
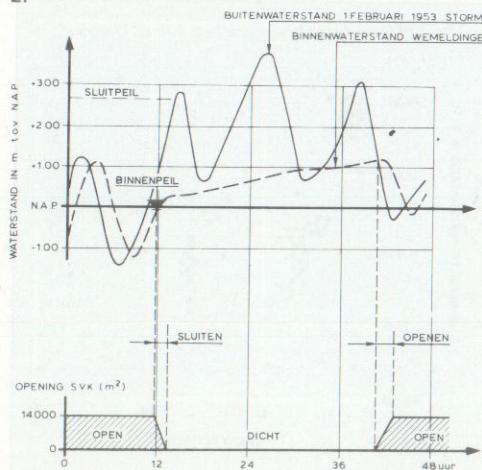


Fig. 1, 2. Voorbeeld van het waterstandsverloop bij een gedeeltelijke (boven) en een volledige sluiting van de kering.

2.



Met het sluiten van de Oosterschelde-kering wordt tijdelijk een situatie gecreëerd die principieel vreemd is aan het zo sterk dynamische estuariene systeem, met zijn regelmatig terugkerende eb en vloed. Vanuit dit gezichtspunt kan zonder nader onderzoek reeds worden gesteld, dat de frequentie van sluiten en de duur van sluiting zo gering mogelijk dienen te zijn. De voortschrijdende kennis over het functioneren van het ecosysteem van de Oosterschelde maakt het echter mogelijk de effecten van de sluit- en openingsmanoeuvres op het natuurlijk milieu langzamerhand wat preciezer aan te geven. Een tweede milieukundige opgave binnen de BARCON-studie is daarom het stellen van randvoorwaarden aan het gebruik van de kering met betrekking tot de sluitmanoeuvre, de sluitduur en de waterstanden tijdens een sluiting. Wordt één van de randvoorwaarden overschreden, dan wordt er schade toegebracht aan het milieu. Dergelijke randvoorwaarden worden ook opgesteld ten aanzien van onder meer de veiligheid en de waterhuishouding. De beheerder van de kering heeft dan in elke situatie een goed overzicht van het effect van zijn handelen. De Oosterschelde-kering wordt in de eerste plaats gebouwd om te hoge waterstanden ten gevolge van stormen te voorkomen. Zoals bij



Kreek in een schorgebied.

elke dure aanschaf, is het zinvol zich af te vragen of er daarnaast nog meer nuttige gebruiksdoelen zijn. Een derde milieukundige opgave is daarom het zoeken naar gebruiksmogelijkheden die ten goede kunnen komen aan het behoud van het huidige ecosysteem. Dit is een uiterst moeilijke materie, omdat menselijk ingrijpen in de natuur niet zelden schadelijke nevengevolgen heeft. Binnen dit probleemveld valt ook het beoordelen van de ecologische gevolgen van eventuele andere gebruiksdoelen, zoals het verhinderen van dijkvallen. Gezien het nog prille stadium van onderzoek gaan we hier in dit artikel niet nader op in.

Welke uitwerking het gebruik van de Oosterschelde-kering tijdens stormvloed zal hebben op het natuurlijk milieu, is in de eerste plaats afhankelijk van de vraag of de schuiven geheel, dan wel gedeeltelijk worden gesloten. Bij een gedeeltelijke sluiting blijft het verloop van de binnenwaterstand veel gelijkenis vertonen met een normaal getij. Een volledige sluiting veroorzaakt een binnenwaterstand die quasi-stagnant kan worden genoemd. Een gedeeltelijke sluiting zal dus veel minder effect hebben op het natuurlijk milieu, misschien zelfs geen enkel, vooropgesteld dat zo'n gedeeltelijke sluiting alleen wordt toegepast tijdens stormvloed, dat wil zeggen hoogstens enkele keren per jaar, en dan nog buiten het groeiseizoen. Maar zekerheid kan hieromtrent pas worden verkregen na 1985, op grond van zorgvuldige bestudering van de feitelijke reactie van het ecosysteem op de dan optredende blijvende reductie van het getij, die immers als een gedeeltelijke sluiting kan worden opgevat. Uit deze studie moeten ook de eventuele effecten blijken van het neerlaten van een aantal schuiven voor reparatie of

Fig. 3. Voorbeelden van duur/hogte-combinaties die kunnen voorkomen in quasi-stag-nante situaties.

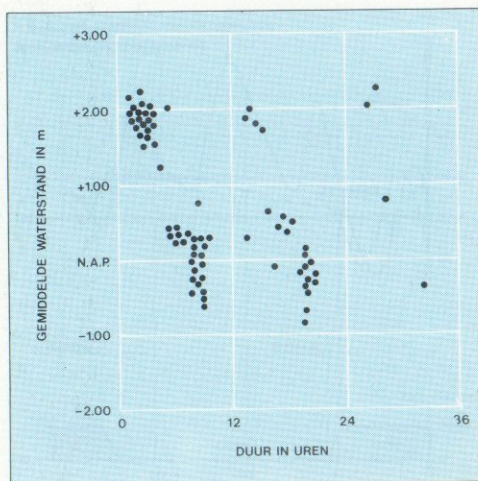
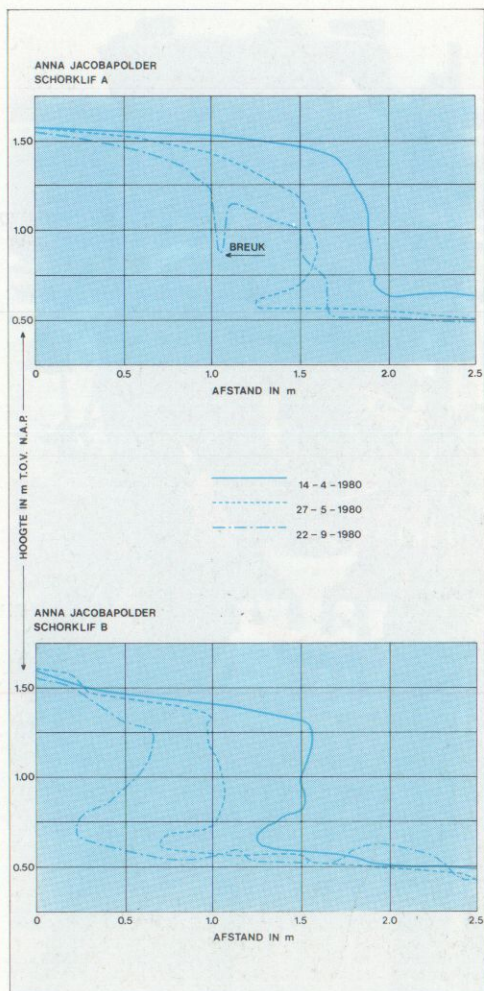




Fig. 4. Terugschrijdende erosie van een schorklif bij Anna-Jacobapolder (foto links).

onderhoud, of nog andere doelen. De uitwerking van een *volledige* sluiting is afhankelijk van drie factoren. In de eerste plaats het aantal malen per jaar dat een sluiting wordt uitgevoerd. Elke sluiting, hoe kort ook, is een verstoring van het getij-ritme. De tweede factor is de duur van de sluitperiode. Bij stormvloed en zal de sluitduur afhankelijk zijn van de duur van de storm. In de derde plaats is de gemiddelde hoogte van het quasi-stagnante peil van belang. De laatste twee factoren hangen beide op hun beurt weer af van de gekozen sluitmanoeuvre en van het type stormvloed. Een en ander wordt nader toegelicht in Bericht 76 (mei 1976). Van de milieukundigen wordt nu bij het voorbereiden van het beheer van de Oosterschelde-kering verwacht, dat zij aangeven welke effecten er op het natuurlijk milieu zullen voortvloeien uit allerlei duur/hoogte-combinaties in stagnante perioden. Daarbij moet in het oog worden gehouden, dat het gaat om situaties betreffende met hevige wind- en golfkracht. Handhaving van een quasi-stagnant peil betekent, dat de erosiegevoelige randen van de platen en schorren gemakkelijk kunnen afslaan. In de huidige toestand gebeurt dat natuurlijk ook wel tijdens een storm, maar de voortdurende waterstandswisselingen verhinderen dat de afbrekende krachten steeds geconcentreerd blijven op één niveau. Nu is het moeilijk aan te geven wanneer de afslag zo groot is dat gesproken kan worden van 'schade aan het natuurlijk milieu' en hoe lang een quasi-stagnante waterstand kan worden gehandhaafd voor de afslag 'schadelijk' wordt. Een voorzichtige schatting van de deskundigen stelt de toelaatbare stagnantie op twaalf uur maximaal; daarna zal aantasting kunnen optreden van de



geomorfologie. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen in hoeverre deze schatting juist is. Het hierboven geschetste probleem speelt overigens ook ten aanzien van de dijkglooiingen. Een tweede belangrijk gevolg van stagnantie, maar nu bij relatief lage waterstanden, is de mogelijke sterfte van bodemdieren. Op en juist onder het oppervlak van de uitgestrekte plaatgebieden in de Oosterschelde leven zeer

Het nemen van water- en slibmonsters op een meetbrug boven een schorgebied.



vele organismen, zoals wormen, kokkels, mossels, algen en slakjes. Te samen vormen zij het grootste deel van de biomassa in de Oosterschelde. Ze zijn ook een zeer belangrijke voedselbron voor vogels, vissen en garnalen. In diezelfde zone houden zich ook meer zeldzame organismen op, zoals wieren, sponzen en zeeanemonen, meestal vastgehecht aan het harde oppervlak van een veenbank of dijkglooiing. Bij lang aanhoudende lage waterstanden kunnen deze organismen bedolven raken onder het zand van afgeslagen plaatranden of, op de drooggevallene delen, sterven ten gevolge van uitdroging of verzoeting door regenval. Dit heeft niet alleen zijn weerslag op het milieu, maar ook op de visserij. De aanleg van het resterende deel van de Markiezaatskade in het toekomstige Zoommeer, die gepaard gaat met een flinke plaatselijke reductie van het getij, zal het over een jaar mogelijk maken om de snelheid van uitdrogen en verzoeten te onderzoeken.

De erosie van plaatranden en schorkliffen en de sterfte van bodemdieren vormen te samen voldoende reden om stagnante waterstanden langer dan twaalf uur vanuit milieu-oogpunt ongewenst te achten. Gezien de windopzet en golfloop tijdens een storm heeft een waterstand hoger dan N.A.P. + 2,50 m echter geen effect meer, omdat alle platen en schorkliffen dan voldoende diep onder water liggen. Ook tussen N.A.P. + 1,50 en + 2,50 m zal een quasi-stagnant peil al een verminderd effect hebben, omdat hoog gelegen schorkliffen waarschijnlijk minder erosiegevoelig zijn. Betekent dit, dat een hoge stagnante waterstand van onbepaalde duur mogelijk is?

Er zijn twee redenen om deze vraag ontkennend te beantwoorden. In de eerste plaats zijn er in de Oosterschelde enorme aantallen vogels, die tijdens elk laagwater fourageren op de platen. Als de platen dagenlang onder water blijven worden ze gedwongen elders voedsel te zoeken. Met name in januari en februari kan dat extra sterfte veroorzaken.

In de tweede plaats: de schorrenvegetatie op de hogere schordelen wordt gewoonlijk niet vaker dan zo'n tien tot vijftig keer per jaar gedurende enkele uren overspoeld. De bodem is dus redelijk tot goed doorlucht. Een dagenlange overspoeling kan dan sterfte veroorzaken, omdat de wortels van de planten afsterven door zuurstofgebrek. Naar zowel de vogels als de schorrenvegetatie wordt nog nader onderzoek verricht. Voorlopig nemen we aan, dat sterfte kan gaan optreden na een overspoelingsperiode van 72 uur.

In figuur 6 zijn de randvoorwaarden voor het natuurlijke milieu en de visserij grafisch weerge-

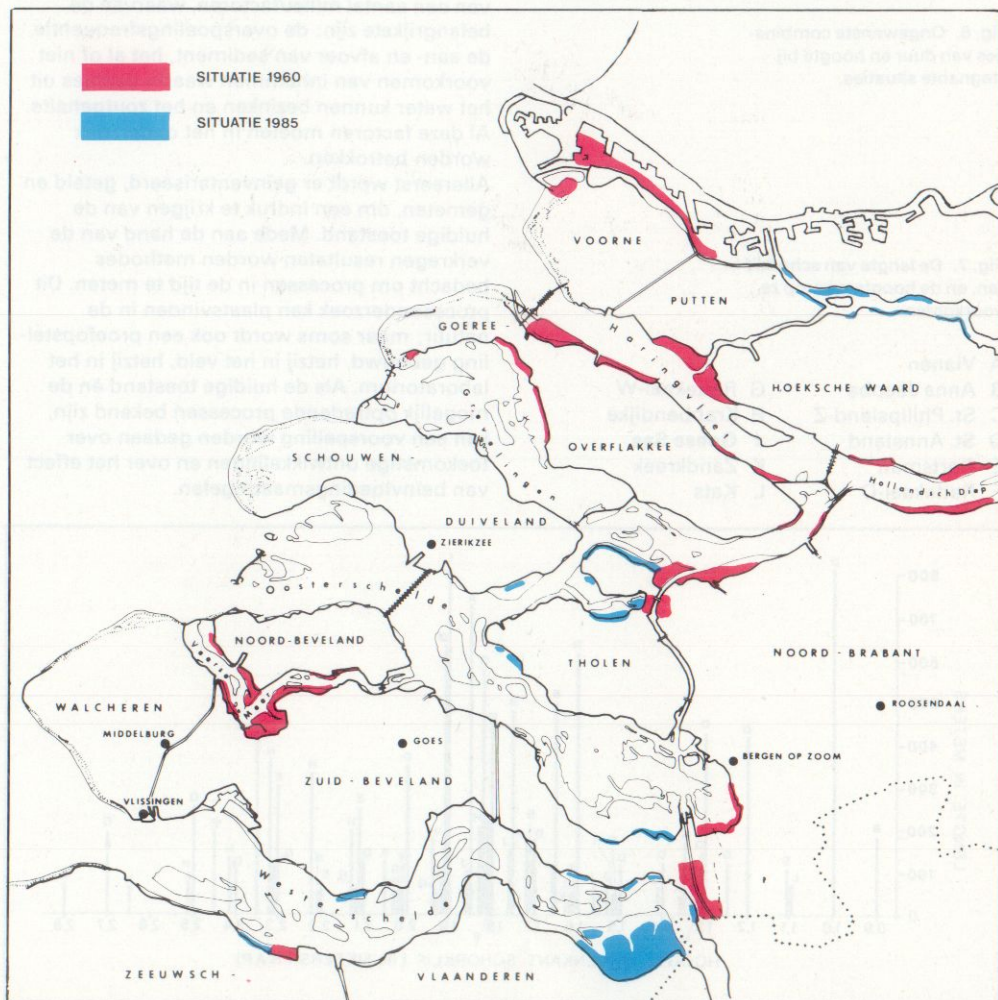
geven. Een vergelijking met figuur 3 maakt duidelijk, dat een flink aantal in de praktijk mogelijke waterstand/duurcombinaties negatieve effecten zou kunnen hebben op onderdelen van het ecosysteem. Deze gevolgen treden niet, of in veel mindere mate, op bij een gedeeltelijke sluiting. Het is de taak van de beheerder om dit alles mee te laten tellen bij zijn beslissing over de toe te passen manoeuvres tijdens een stormvloed.

Schorrenonderzoek

Bij het formuleren van milieu-randvoorwaarden voor het gebruik van de Oosterschelde-kering bleken bepaalde onzekerheden te bestaan, veroorzaakt door gebrek aan inzicht in het functioneren van het ecosysteem. Het gaat dan voornamelijk om kennis van het schor-ecosysteem en van de organismen in het intergetijdegebied; maar over dat laatste onderwerp is al meer verteld in het voorafgaande artikel in deze aflevering. Daarom alleen nog iets over de schorren.

De schorren vormen een waardevol onderdeel van het totale estuariene systeem. Tot nu toe hebben de Deltawerken het schorrenareaal in Zuidwest-Nederland al doen verminderen van 8600 ha tot 3900 ha. De resterende 600 ha schorgebied in de Oosterschelde verdienen

Fig. 5. Schorrenareaal in het Deltagebied in 1960 en 1985.



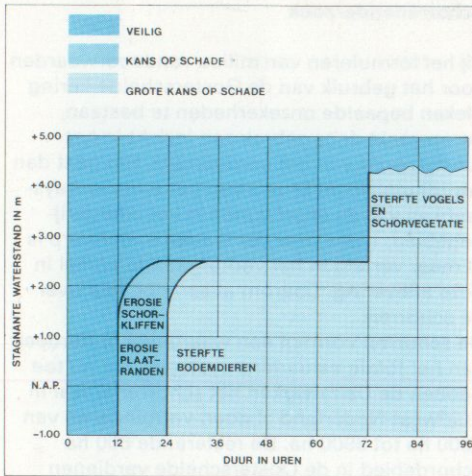
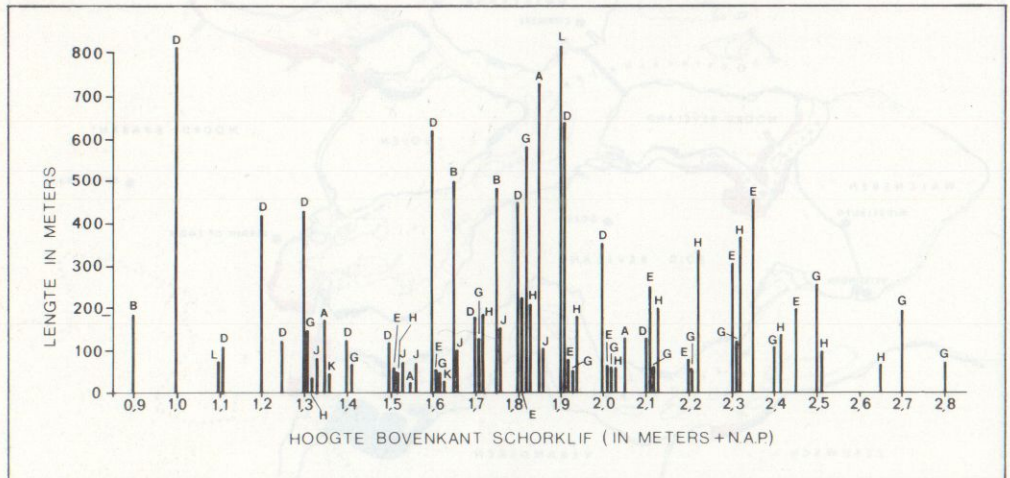


Fig. 6. Ongewenste combinaties van duur en hoogte bij stagnante situaties.

Fig. 7. De lengte van schorkliffen, en de hoogte waarop ze voorkomen.

- | | |
|---------------------|----------------|
| A Vianen | G Rattekaai-W |
| B Anna Jacoba | H Krabbendijke |
| C St. Philipsland-Z | J Goese Sas |
| D St. Annaland | K Zandkreek |
| E Dortsman | L Kats |
| F Rattekaai-O | |



alleen al daarom bescherming tegen verdere afbraak. Maar bescherming is alleen goed mogelijk als de beheerder inzicht heeft in de factoren die invloed hebben op de aanwas en afbraak van schorren. Vandaar het onderzoek. Een goede definitie van een schor is niet zo gemakkelijk te geven, een goede foto zegt hier veel meer. Kort gezegd komt het erop neer, dat een schor bestaat uit een buitendijks gelegen morfologisch sterk gedifferentieerd stuk land boven gemiddeld hoogwater, dat afhankelijk van de hoogteligging meer of minder vaak per jaar wordt overspoeld met zout water. De bodem bevat vaak veel klei en de vegetatie bestaat uit een aantal typerende plantensoorten, die alle bestand zijn tegen zout water. De overgang naar de aangrenzende slikgebieden is soms vrij abrupt en heeft dan bij voorbeeld de vorm van een klif. Een schor is afhankelijk van een aantal milieufactoren, waarvan de belangrijkste zijn: de overspoelingsfrequentie, de aan- en afvoer van sediment, het al of niet voorkomen van inhammen waarin deeltjes uit het water kunnen bezinken en het zoutgehalte. Al deze factoren moeten in het onderzoek worden betrokken.

Allereerst wordt er geïnventariseerd, geteld en gemeten, om een indruk te krijgen van de huidige toestand. Mede aan de hand van de verkregen resultaten worden methodes bedacht om processen in de tijd te meten. Dit procesonderzoek kan plaatsvinden in de natuur; maar soms wordt ook een proefopstelling gebouwd, hetzij in het veld, hetzij in het laboratorium. Als de huidige toestand en de mogelijk optredende processen bekend zijn, kan een voorspelling worden gedaan over toekomstige ontwikkelingen en over het effect van beïnvloedingsmaatregelen.

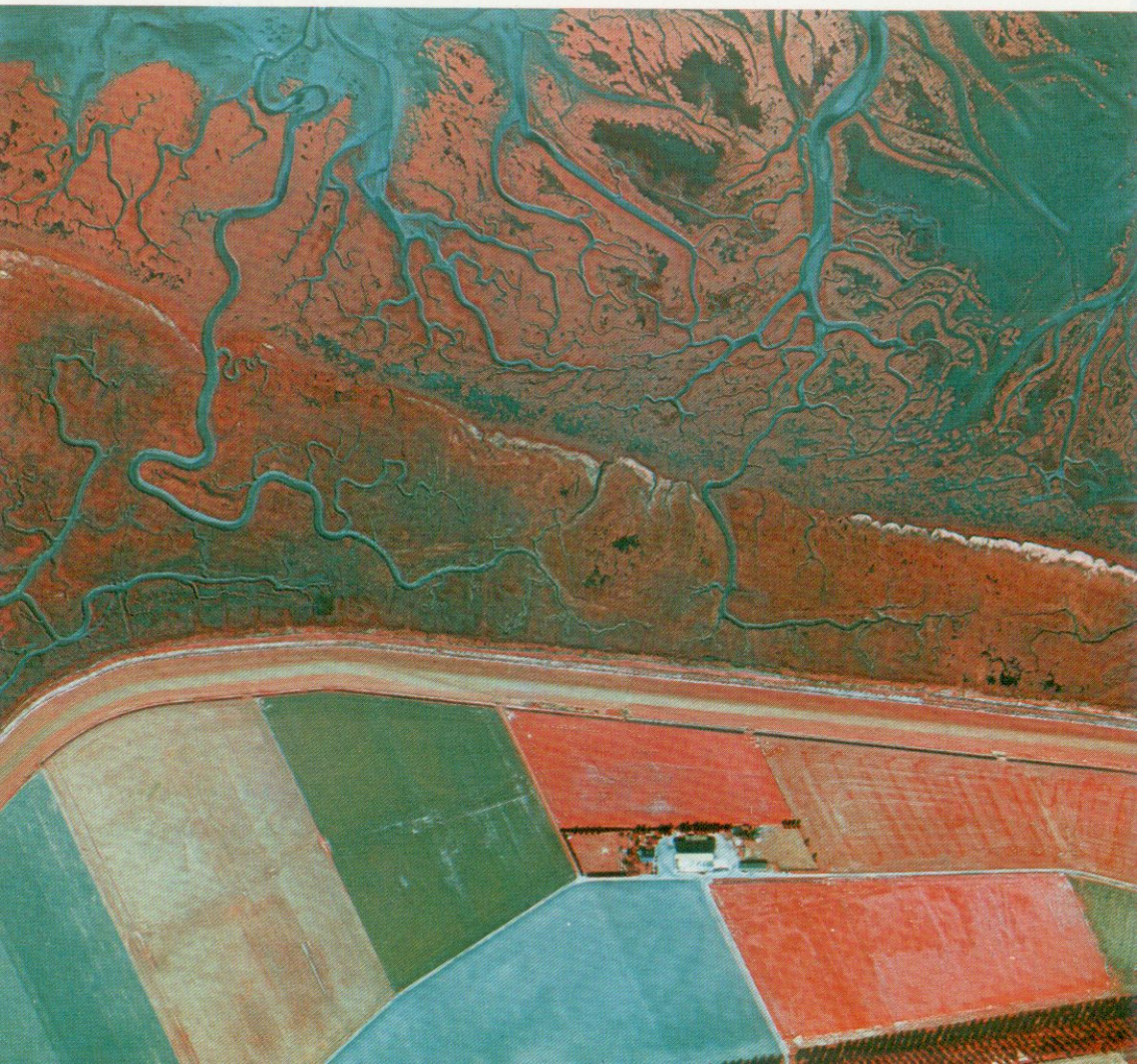
Bij de inventarisatie van de huidige toestand wordt vaak gebruik gemaakt van zwart-wit of false colour luchtfoto's. Aan de hand van luchtfoto's wordt zowel de diversiteit aan plantensoorten als het morfologisch patroon van de schorren vastgelegd en in kaart gebracht. Zo krijgt men snel een goed overzicht, en kan men representatieve onderzoeksplaatsen kiezen voor verder onderzoek. Ook is met behulp van luchtfoto's door de Meetkundige Dienst de hoogteligging en de oppervlakte van de schorgebieden bepaald.

Daarnaast worden in het terrein regelmatig vogeltellingen uitgevoerd en detailhoogtemetingen verricht, alsook metingen van het zoutgehalte en de hoeveelheden voedingsstoffen, organische stof en slib in het water dat het schor overspoelt. De organische-stofproductie op het schor door algen en hogere planten

wordt gemeten, de bodemkundige opbouw van de schorren wordt in kaart vastgelegd en de chemische reacties in de bodem worden bepaald.

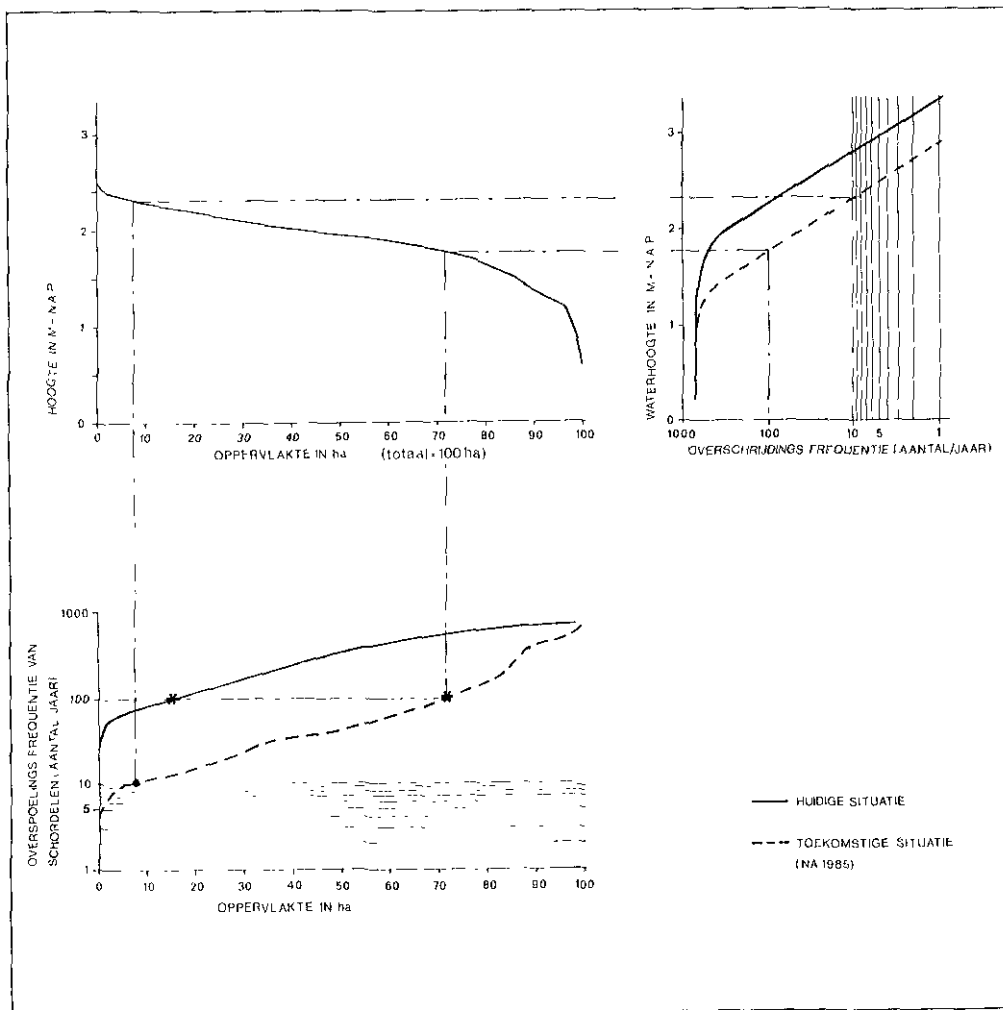
Ofschoon de inventarisatiestudies nog niet zijn afgerond, worden de verkregen gegevens toch al gebruikt voor beantwoording van vele vragen. Zo zijn de gegevens van de detailhoogtemetingen van de schorkliffen gebruikt in het BARCON-project om de erosiegevoelige zone tijdens quasi-stagnante perioden te kunnen vaststellen. Rekening houdend met de windopzet

False colour-opname van een schorgedeelte in het Deltagebied.



in het bekken, die bij westenwind achterin bij de Rattekaa wel een halve meter bedraagt, blijkt een waterstand boven N.A.P. + 2,50 m de hoogste schorkliffen bij de Rattekaa voldoende ver onder water te houden om de ergste golfwerking te dempen. Aan de andere kant is een peil beneden N.A.P. + 0,50 m vereist om de laaggelegen schorkliffen bij Anna Jacoba en Sint Annaland te beschermen. Op dit niveau en lager bevinden zich echter alweer plaatranden. Het procesonderzoek wordt voor wat betreft het biologisch gedeelte - te denken valt onder meer aan het vegetatie-onderzoek - uitgevoerd in samenwerking met het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek te Yerseke. Bij dit onderzoek wordt in de eerste plaats nagegaan wat het effect is van langdurige overspoeling van schorgedeelten met zout water, tijdens quasi-stagnante perioden. In de natuurlijke

Fig. 8. Rattekaa-west als voorbeeld van de methode die men gebruikt om veranderingen op de hoogste delen van de schorren te kwantificeren. 8c komt voort uit 8a en 8b.





situatie is de overspoelingsduur immers nooit langer dan enkele uren per getij.

Door de verlaging van het gemiddeld hoogwater na 1985, en daardoor van de gemiddelde overspoelingsfrequentie op verschillende niveaus van het schor, zal waarschijnlijk een verschuiving naar beneden plaatsvinden van de vegetatiegordels op de hoogste delen van de schorren; de bestaande vegetaties zijn namelijk gebonden aan een bepaalde overspoelingsfrequentie met zout water. Hoe groot de tolerantie is ten aanzien van de overspoelingsfrequentie, weten we niet precies. Voorlopig wordt ervanuit gegaan dat de huidige zoute vegetatie kan blijven bestaan bij een minimale overspoelingsfrequentie van 5 maal per jaar. Is ze minder dan 5 maal, dan zal de vegetatie zich wijzigen, en een zoetwaterkarakter krijgen. Aan de hand van gegevens uit inventarisatiestudies is het mogelijk om nu reeds een indruk te krijgen van de grootte van de gebieden waar zulke veranderingen kunnen gaan optreden.

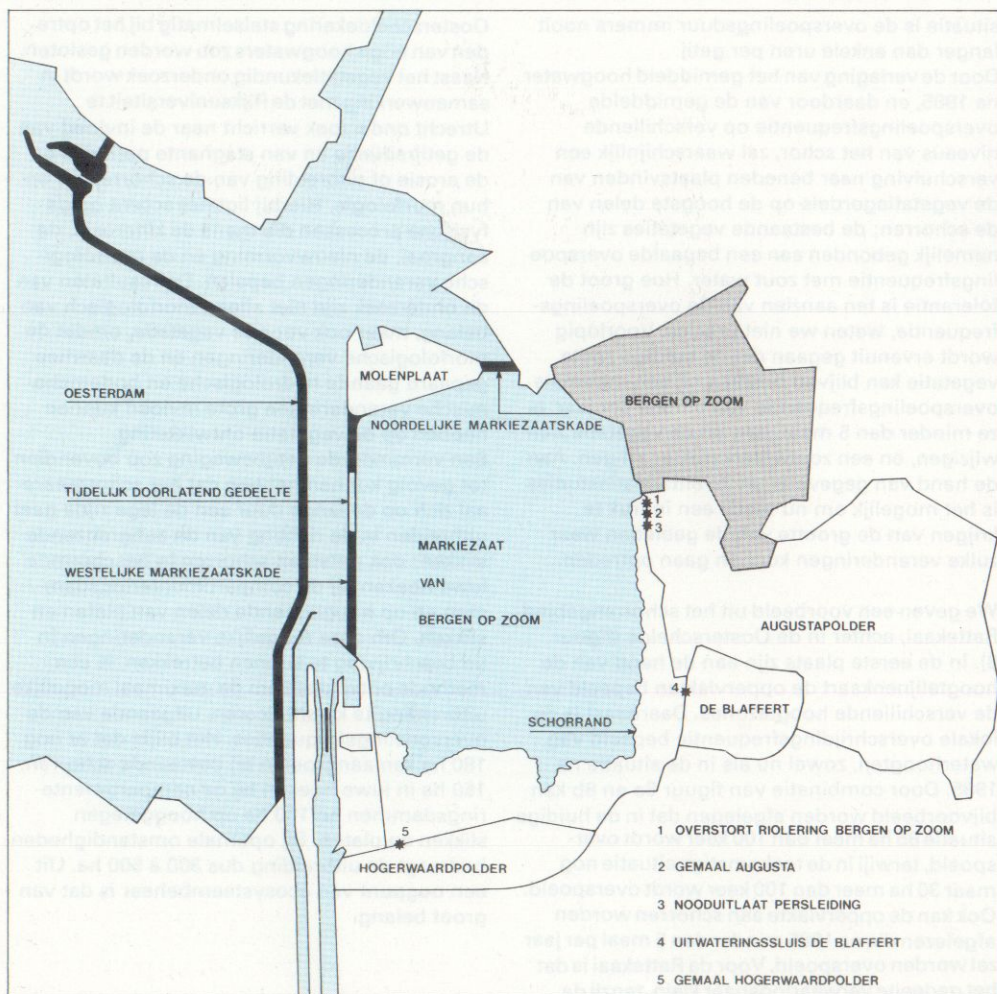
We geven een voorbeeld uit het schorregebied Rattekaai, achter in de Oosterschelde (figuur 8). In de eerste plaats zijn aan de hand van de hoogtelijnenkaart de oppervlakten bepaald van de verschillende hoogtezones. Daarnaast is de lokale overschrijdingsfrequentie bepaald van waterhoogten, zowel nu als in de situatie na 1985. Door combinatie van figuur 8a en 8b kan bijvoorbeeld worden afgelegen dat in de huidige situatie 85 ha meer dan 100 keer wordt overspoeld, terwijl in de toekomstige situatie nog maar 30 ha meer dan 100 keer wordt overspoeld. Ook kan de oppervlakte aan schorren worden afgelezen die na 1985 minder dan 5 maal per jaar zal worden overspoeld. Voor de Rattekaai is dat het gedeelte verwaarloosbaar klein, tenzij de

Oosterscheldekering stelselmatig bij het optreden van hoge hoogwaters zou worden gesloten. Naast het vegetatiekundig onderzoek wordt in samenwerking met de Rijksuniversiteit te Utrecht onderzoek verricht naar de invloed van de getijreductie en van stagnante periodes op de erosie of uitbreiding van de schorren en op hun morfologie. Hierbij ligt het accent op de fysische processen die thans de kliferosie, de aangroei, de nieuwvorming en de morfologische veranderingen bepalen. De resultaten van dit onderzoek zijn niet alleen morfologisch van belang, maar ook voor de vegetatie, omdat de morfologische veranderingen en de daarmee gepaard gaande hydrologische en bodemchemische veranderingen grote invloed kunnen hebben op de vegetatie-ontwikkeling.

Een verminderde getijbeweging zou bovendien tot gevolg kunnen hebben dat het schorrenareaal zich op de lange duur aan de lage zijde gaat uitbreiden in de richting van de aangrenzende slikken; ook ontstaan schorren in beschermde luwe hoeken bij de compartimenteringsdammen en op hoogliggende delen van platen en slikken. Om deze mogelijke veranderingen in de beschrijving te kunnen betrekken, is een methode ontwikkeld om de maximaal mogelijke uitbreiding te kwantificeren, uitgaande van de overspoelingsfrequenties. Het blijkt dat er nog 180 ha kan aangroeien bij bestaande schorren, 150 ha in luwe hoeken bij de compartimenteringsdammen en 150 ha op hooggelegen slikken en platen. Bij optimale omstandigheden bedraagt de uitbreiding dus 300 à 500 ha. Uit een oogpunt van ecosysteembeheer is dat van groot belang.

Toen de regering in 1976 besloot om in de mond van de Oosterschelde een stormvloedkering te bouwen, kwam zij ook tot de beslissing dat de Oosterschelde gecompartmenteerd moest worden volgens alternatief 'C3 met kanaal door Zuid-Beveland'. Later werd deze beslissing verder ingevuld, onder andere met de vaststelling van het tracé van de Oesterdam, en met het besluit een omkading tot stand te brengen van het Verdrunken Land van het Markiezaat van Bergen op Zoom.

Inrichting en beheer van het Markiezaatsmeer



De omkading heeft in principe twee functies: ze moet voorkomen dat er tijdens de sluiting van de Oesterdam bij het Marollegat een ongunstig stroombeeld ontstaat op de Schelde-Rijnverbinding en na de sluiting van het Marollegat moet ze de komberging verkleinen, zodat de stroomsnelheden in het Tholense Gat, en de dwarsstromingen op de Schelde-Rijnverbinding ter hoogte van het Bergse Diep kleiner worden; verder moet ze een scheiding tot stand brengen tussen het Markiezaats als potentieel natuurgebied en het niet van verontreiniging te vrijwaren Schelde-Rijnkanaal.

Het noordelijk deel van de Markiezaatskade, tussen de Molenplaat en Noordland, is reeds aangelegd. De westelijke kade, tussen de Molenplaat en de Kreekraksluizen, zal volgens de plannen in 1981 gerealiseerd worden. Deze westelijke kade bestaat uit twee damvakken, één vanaf de Molenplaat en één vanaf de Kreekraksluizen, met daartussen een 800 m lange tijdelijk poreuze sluitkade.

Het Verdrongen Land van het Markiezaats van Bergen op Zoom is een ten oosten van de Schelde-Rijnverbinding gelegen getijdegebied met uitgestrekte slikken en schorren.

Na 1985 zal het gebied, ten gevolge van de nieuwe omstandigheden, aanmerkelijke veranderingen ondergaan. Er zullen onder andere nieuwe gebruiksmogelijkheden ontstaan. Voor de bestemmingen van het gebied worden nu reeds plannen gemaakt. De bestemmingen die momenteel voorstaan zijn: natuur, recreatie en stedenbouw. De waterhuishouding speelt een belangrijke rol bij het functioneren van het gebied. Aangezien het voor ongeveer de helft uit oppervlaktewater zal bestaan, zijn zaken als het peilbeheer en het beheer van de kwaliteit hier essentieel. Daarover gaat het in de tweede helft van dit artikel.

Door de aanleg van de westelijke Markiezaatskade ontstaat in 1981 in het Markiezaats een geheel nieuwe situatie. Eerst wordt het getij sterk gereduceerd en later, na de sluiting van

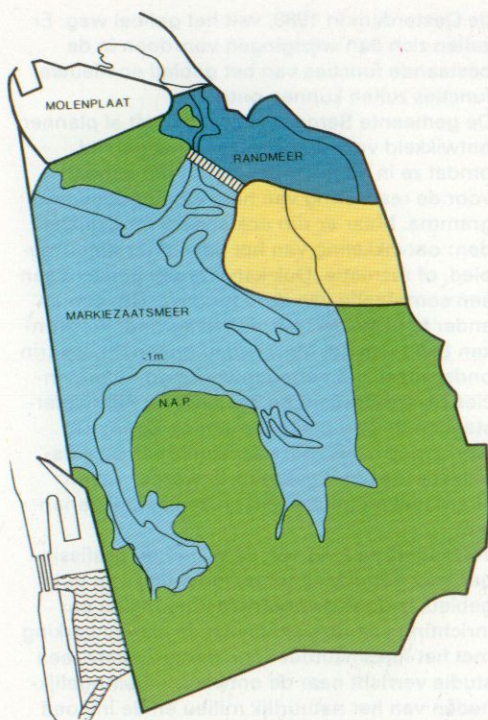
de Oesterdam in 1985, valt het geheel weg. Er zullen zich dan wijzigingen voordoen in de bestaande functies van het gebied en nieuwe functies zullen kunnen ontstaan.

De gemeente Bergen op Zoom heeft al plannen ontwikkeld voor stedenbouw in het gebied, omdat ze in de jaren tachtig ruimte behoeft voor de realisering van haar woningbouwprogramma. Maar er zijn ook andere mogelijkheden: ontwikkeling van het gebied tot natuurgebied, of recreatie. Ook kan worden gedacht aan een combinatie van deze functies. Om een en ander te bestuderen is de werkgroep 'Verdrongen Land van het Markiezaats' opgericht, waarin onder meer zijn vertegenwoordigd de provincies Noord-Brabant en Zeeland, de Rijkswaterstaat en de gemeente Bergen op Zoom. De werkgroep heeft voor haar studie een beleids-analytische opzet gekozen. Er werden zeven alternatieven ontwikkeld en een aantal varianten.

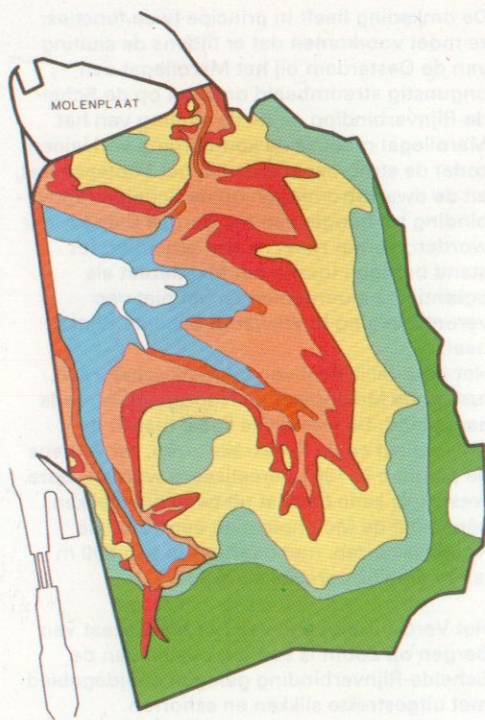
Ter onderbouwing van de te nemen beslissingen met betrekking tot de inrichting van het gebied, is door de hoofdafdeling Milieu en Inrichting van de Deltadienst, in samenwerking met het Rijksinstituut voor Natuurbeheer, een studie verricht naar de ontwikkelingsmogelijkheden van het natuurlijk milieu en de invloed hierop van verstedelijking. Deze studie verschaft voorts de basis voor een in de toekomst op te stellen meer gedetailleerd inrichtings- en beheersplan.

Het onderzoek naar de ontwikkelingsmogelijkheden van het natuurlijk milieu begon op basis van inventarisaties met een beschrijving van de huidige situatie. Daaruit blijkt dat het gebied, als onderdeel van het getijdegebied van de Oosterschelde, van grote betekenis is en wel door de aanwezigheid van schorren en slikken met de daarbij behorende karakteristieke levensgemeenschappen. In dit gebied wordt ook de voor Nederland unieke situatie aangetroffen dat het holocene getijdegebied onmiddellijk grenst aan veel oudere pleistocene zandgronden. Daarom komen er ook zoveel natuurlijke gradienten voor in het gebied. De betekenis daarvan wordt nog groter door de invloed van de zoete kwel uit de aangrenzende hoge gronden van westelijk Noord-Brabant. Eén van de beschouwde alternatieven behelst een ontwikkeling van het gehele gebied tot natuurgebied (figuur 3). Op basis van dit alternatief zijn de ontwikkelingen geprognosticeerd, die zich in milieu en landschap zullen voordoen. Uit de prognose blijkt dat het gebied de potentie in zich heeft om een ontwikkeling door te maken tot een waardevol natuurgebied. Bij de prognosticering is uitgegaan van een zoet meer. Een zout meer zou ook mogelijke-

Fig. 1. Overzicht van het Verdrongen Land van het Markiezaats van Bergen op Zoom, met waterhuishoudkundige bijzonderheden.



-  Water
-  Oeverlanden
-  Bufferbekken
-  Woongebied (volgens voorkeur gemeente Bergen op Zoom).
-  Barrière om uitzwermen van recreanten vanuit het Randmeer over het Markiezaatsmeer te voorkomen, tevens waterscheiding.



-  Kranswier en fonteinkruidvegetaties
-  Vegetaties met vnl. drijvende waterplanten
-  Biezen en kleine lisdoddevegetaties
-  Rietvegetaties
-  Schietwilgenbossen en bossen van het elzen-vogelkersverbond
-  Iepenrijke eikenbossen en duin-berken-bossen
-  Essen-iepenbossen

Fig. 2, 3. Verstedelijgingsmodel voor 4000 woningen en vegetatie-prognose bij ongestoorde ontwikkeling.

Fig. 4. Het Markiezaat, gezien vanaf de Kreekraksluizen, nu en in 1985.

den bieden voor waardevolle ontwikkelingen van het natuurlijk milieu, maar de realisering ervan is zo onwaarschijnlijk, dat bij de verdere studies met deze mogelijkheid geen rekening meer is gehouden.

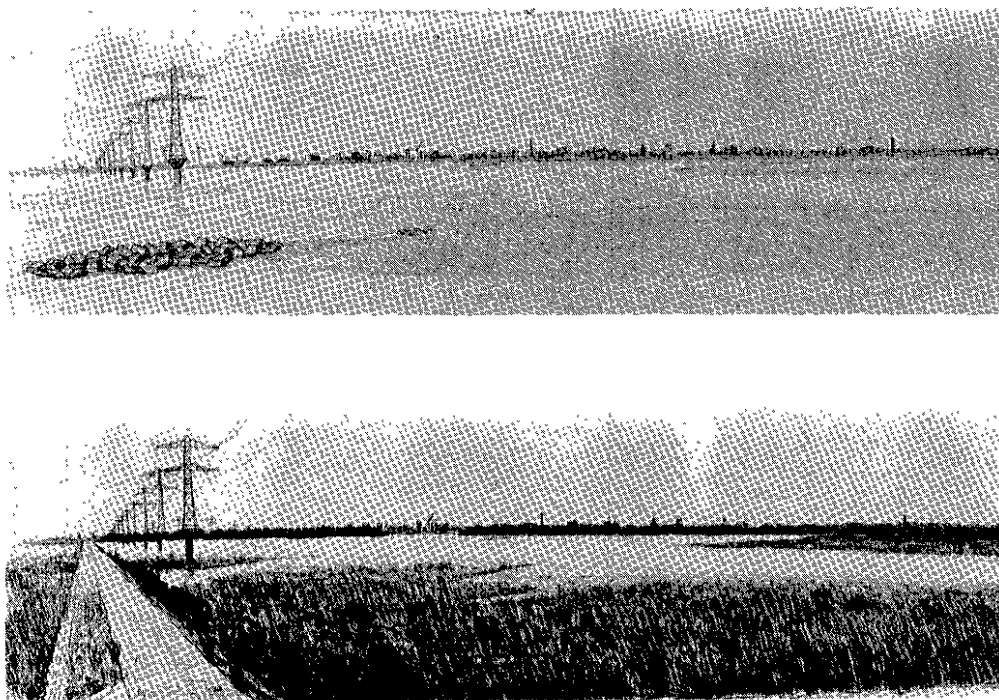
In een zoet meer zullen verschillende vegetatiezones tot ontwikkeling kunnen komen, ieder met de bijbehorende fauna: droog bos, moerasbos en oevervegetatie. Ook zullen er rijk gevarieerde aquatische levensgemeenschappen kunnen ontstaan. De ontwikkeling van de oever- en waterecosystemen zal sterk afhankelijk zijn van de waterkwaliteit en van de waterhuishouding.

Er zijn voor de waterhuishouding twee modellen onderzocht, een zogenaamd 'regenmodel' en een model met een vast peil. Bij het regenmodel wordt er geen water uit het Zoommeer ingelaten zodat het waterpeil, afhankelijk van neerslag en verdamping in de verschillende seizoenen fluctueert. Men aanvaardt dan verdroging in waterarme zomers en het omgekeerde in een natte winter. Kiest men een vast peil, dan moet zo nodig water worden in- of afgelaten. Ten aanzien van de te verwachten fosfaat- en chlorofylgehalten vertonen de beide modellen weinig onderlinge verschillen. Bij een vast peil worden, vanwege de afhankelijkheid van het water in het Zoommeer, hogere zoutgehalten verwacht dan bij een regenmodel. In dit laatste model zijn de vooruitzichten voor het tot

ontwikkeling komen van een rijke levensgemeenschap daarom iets gunstiger. Wat de ontwikkeling van het landschap betreft, moet worden opgemerkt dat de aanleg van de Oosterdam en de Markiezaatskade qua schaal en vorm opvallende elementen inbrengt in het bestaande landschap. Voorts zal het landschap zijn getijdekarakter verliezen en door de aanleg van de dammen zal het Markiezaat ook visueel van de Oosterschelde worden gescheiden (figuur 4).

Gedurende de eerste jaren na de afsluiting zal het landschap nog een open karakter hebben. De ontwikkeling is dan sterk afhankelijk van het te voeren beheer. Afhankelijk daarvan zal bij voorbeeld op de hogere delen een hoog opgaande begroeiing kunnen ontstaan of zal het landschap zijn open karakter kunnen behouden. Om de gewenste continuïteit en diversiteit in het beheer te verzekeren zal een beheersplan nodig zijn, waarin wordt beschreven welke beheersvormen in de diverse delen van het gebied moeten worden toegepast. Ook eventueel in de toekomst noodzakelijk geachte wijzigingen dienen hier globaal in te worden aangegeven.

Een mogelijkheid om de gewenste continuïteit in het beheer te verzekeren is wellicht het stichten van een beheersbedrijf, waarin zowel het beweidingsbeheer als het maaibeheer zijn ondergebracht.





Een specifieke moeilijkheid bij de inrichting vormt het feit dat de woonwijken van Bergen op Zoom, een stad van 45 000 inwoners, over een lengte van 2 km rechtstreeks grenzen aan het nieuwe gebied, en dat dit over nog veel grotere lengten het geval zal zijn bij de ontwikkelde stadsuitbreidingsalternatieven.

Door verschillende maatregelen langs de overgang kan de invloed van de stad op het natuurgebied worden beperkt. Afhankelijk van de ruimtelijke situatie wordt in de verschillende inrichtingsalternatieven een meer of minder directe overgang geschetst van de stad naar het water- en natuurgebied. Daarmee beoogt men met name beheersing van de recreatiedruk. Te denken valt aan een begrenzing die noch visuele, noch functionele relaties openlaat, maar ook aan een begrenzing met uitsluitend visuele relaties. In het ontwerp van de begrenzingen zal dat moeten worden vertaald in een parkachtige zone langs het water, een moeilijk overschrijdbare oeververdediging en parkeerplaatsen alleen ten behoeve van de bewoners. Het ontwerp dient zo te worden opgezet dat, wanneer dat toelaatbaar is gebleken, de oever en het water door middel van kleine wijzigingen plaatselijk geschikt gemaakt kunnen worden voor oeverrecreatie. De wijze van inrichting van de grens van de bebouwing kan dus een bruikbaar instrument vormen voor de beheersing van de recreatiedruk vanuit Bergen op Zoom op het Markiezaat.

Voor de inrichting van het gebied zijn de volgende doelstellingen gehanteerd. De inrichting en de ontwikkeling van het gebied dienen zo goed mogelijk aan te sluiten op de aanwezige potenties en die te ondersteunen. Verder zal er na de transformatie sprake

Slikken (links) en schorren met een vegetatie die typisch is voor een zout milieu.

moeten zijn van een in kwalitatieve zin goed functionerend ecosysteem. Voor wat betreft de waterkwaliteit dient het Indicatief Meerjarenprogramma voor de bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater als richtlijn te worden gehanteerd. En ten slotte zal de inrichting van het Markiezaat in de toekomst zoveel mogelijk aan zich wijzigende omstandigheden moeten kunnen worden aangepast. Het na te streven evenwicht tussen de verschillende vormen van ruimtegebruik moet ook later niet worden verstoord.

Tegen de achtergrond van deze doelstellingen zijn, in samenwerking met de beide betrokken provincies en de gemeente Bergen op Zoom, de mogelijkheden van het gebied voor de recreatie onderzocht. Daarbij heeft een al of niet van het Markiezaatsmeer gescheiden Randmeer, dat in een aantal inrichtingsalternatieven



tieven is opgenomen, een belangrijke rol gespeeld. Wanneer dit Randmeer wordt afgescheiden van het Markiezaatsmeer kan het, zonder daar schade aan te berokkenen, voor intensieve recreatie worden ingericht, daarmee de potentieel op het Markiezaat gerichte recreatiedruk afleidend. In waterhuishoudkundig opzicht biedt een Randmeer het voordeel dat lozingen vanuit de stad en vanuit de Augustapolder op het Markiezaatsmeer direct naar het Randmeer kunnen worden doorgeleid. Zonder dat de waterkwaliteit van het Randmeer daardoor ongeschikt zou worden voor de recreatie, wordt op deze wijze wel een betere waterkwaliteit in het Markiezaatsmeer verkregen. Een Randmeer zou ook een landschappelijk element van betekenis kunnen vormen. De historische ligging aan het water van de stad Bergen op Zoom kan op deze wijze opnieuw worden benadrukt. In recreatief opzicht biedt het Randmeer vooral mogelijkheden voor de kleine watersport en de oeverrecreatie. In het Markiezaatsgebied zijn verder op verschillende plaatsen mogelijkheden aanwezig voor oeverrecreatie en voor extensieve vormen van recreatie, zoals wandelen en fietsen. Het bufferbekken dat een onderdeel vormt van het thans nog niet functionerende zout/zoet-scheidingssysteem van de Kreekraksluizen, is in principe geschikt voor plankzeilen, zwemmen en sportvissen. Plankzeilen vindt er nu reeds plaats. De beide andere mogelijkheden zijn sterk afhankelijk van de waterkwaliteit te zijner tijd. Of recreatie ook later kan worden toegestaan, zal sterk afhankelijk zijn van het beheer van het sluizencomplex. Het toekomstige Markiezaatsmeer zelf biedt, vanwege de over het algemeen vrij geringe diepte, slechts

mogelijkheden voor de kleine watersport. Als er zich waterplanten gaan ontwikkelen, wordt echter ook deze mogelijkheid onzeker. Recreatief gebruik van het Markiezaatsgebied kan ongunstige gevolgen hebben voor de ontwikkeling van het natuurlijk milieu, onder andere door vermindering van de waterkwaliteit en beïnvloeding van levensgemeenschappen door andere oorzaken, trouwens alleen al door ruimtebeslag.

Uit de doelstellingen kan worden afgeleid dat, bij een recreatief gebruik van het gebied, een geïntegreerde ontwikkeling van natuur en recreatie moet worden nagestreefd. Thans kan echter nog niet worden aangegeven welk aantal recreanten in dit verband toelaatbaar moet worden geacht. Dit leidt tot een voorzichtige opstelling ten aanzien van de recreatieve ontwikkelingen, in ieder geval in die zin dat men er een duidelijke fasering aan ten grondslag wil leggen. Elke fase dient te worden gevolgd door een periode van waarnemingen en evaluatie. Verdere studie heeft geleid tot twee alternatieven voor de eerste ontwikkelingsfase van de recreatie. In de eerste fase kunnen zowel het Randmeer als het bufferbekken bij de Kreekraksluizen voor recreatie worden opengesteld, aangevuld met een opzet op bescheiden schaal ter plaatse van de aansluiting van de Markiezaatskade aan het complex van de Kreekraksluizen. Maar men kan zich ook een eerste fase denken met alleen een Randmeerproject, aangevuld met een opzet op bescheiden schaal langs de zuidzijde van de Molenplaat; het bufferbekken bij de Kreekraksluizen verkrijgt dan een meer naar binnen gekeerde ontwikkeling. Het voorgaande behelst slechts een globale verkenning van enkele aspecten van de inrichtingsproblematiek van het Markiezaatsgebied. De verdere uitwerking moet worden bezien in samenhang met de resultaten van andere studies, bij voorbeeld die naar het landschapsplan.

Waterhuishouding

Op het gebied dat straks het Markiezaatsmeer zal vormen, loost thans in het zuiden de Hoogerwaardpolder zijn overtollig oppervlaktewater; aan de oostzijde lozen er de polders de Blaffert en Augusta op. Beide laatste gebieden bestaan overwegend uit hoge zandgronden. In het Markiezaat bevinden zich verder een overstort van de riolering van Bergen op Zoom en een overstort van de regionale afvalwaterpersleiding naar Waarde. Het overstort van de riolering van Bergen op Zoom werkt alleen bij hevige regenval en het overstort van de afvalwaterpersleiding alleen



bij calamiteiten. De lozingen op het gebied hebben thans geen versturende invloed op de waterkwaliteit, omdat de getijwerking zorgt voor voldoende verversing vanuit de kom van de Oosterschelde.

Het Markiezaat zal al een aantal jaren vóór het ontstaan van het Zoommeer worden omkaad met een deels tijdelijk doorlatende kade. De waterhuishouding zal daardoor niet zoals in het Zoommeer in relatief korte tijd van de huidige zoute getijsituatie in stagnant zoet veranderen, maar een tussenfase krijgen.

De tijdelijk doorlatende kade zal de dagelijkse uitwisseling met de kom van de Oosterschelde sterk doen afnemen. In het Markiezaatsmeer zal de hoogwaterstand komen te liggen op N.A.P. + 0,70 m en de laagwaterstand op N.A.P. + 0,30 m. Het huidige getijverschil van 3,70 m wordt dus gereduceerd tot 40 cm. In de loop van de tijd, naar schatting na ongeveer twee groeiseizoenen, zal het doorlatende deel van de kade dichtgroeien met mossels en dergelijke, waardoor het getijverschil nog kleiner wordt, en zelfs geheel kan verdwijnen. Bij stormen evenwel zal een hoeveelheid water over de kade kunnen stromen, zodat er tijdelijk hogere waterstanden op het Markiezaatsmeer kunnen optreden. Om de waterhuishouding ook in de tussenfase te kunnen bijsturen wordt in de kade een doorlaatmiddel gebouwd. Dit doorlaatwerk wordt zo uitgevoerd dat het ook past in de eindsituatie.

In de tussenfase kunnen de groeiprocessen die kenmerkend zijn voor het zoute getijmilieu door de veranderde omstandigheden al worden afgeremd. Bovendien zullen de specifieke getijgebonden organismen afsterven of althans sterk in aantal achteruitgaan. Bij de

Bij verzoeting van het milieu zou de ontwikkeling mogelijk zijn van een bos op de schorgronden, en van riet, overgaand in een schietwilgenbos, op de slikken.

aanvang van de uiteindelijke ontziltling zal de milieuschok daardoor kleiner zijn.

Aangezien de levensgemeenschappen op de slikken die niet meer worden overspoeld, zullen afsterven, is het wenselijk dat veranderingen in het getijregime buiten het groeiseizoen, dus in de winter plaatsvinden. Bij de aanleg van de kade wordt hiermee rekening gehouden.

Zolang de kade nog goed doorlatend is, zal het zoutgehalte van het Markiezaatsmeer dat van de Oosterschelde benaderen. De theoretische verblijftijd van het water bedraagt slechts enkele dagen. Te verwachten valt dat in die periode geen waterkwaliteitsproblemen op zullen treden.

Na het dichtgroeien van het doorlatende gedeelte zal het Markiezaatsmeer door polderlozingen, regenval en zoete kwel vanuit



Brabant langzaam verzoeten. Deze verzoeting kan weer worden vertraagd door overspoeling van de kade tijdens stormen. Voor de bijregeling van het peil en het zoutgehalte zal het doorlaatmiddel worden gebruikt.

De ontzilting begint pas echt na de verzoeting van het Zoommeer. In principe zijn er dan twee mogelijkheden: een snelle en een langzame ontzilting. Kiest men de snelle wijze van ontzilten, dan zal de verzoeting ter beperking van stankoverlast buiten het groeiseizoen, dus in de winter plaats moeten vinden. Er zal dan met grote hoeveelheden water vanuit het Zoommeer moeten worden doorgespoeld. Dat introduceert een extra belasting met nutriënten vanuit het Zoommeer, wat nadelig is voor een goede beginsituatie van een zoet bekken. Eventueel kan begonnen worden met het peil tijdelijk te verlagen. Vervolgens kan het bekken met laag peil, en dus geringere inhoud, worden ontzilt. Voor het creëren van een doorspoelstroom wordt in dit geval gedacht aan tijdelijke bemalingen of aflaten op het lage bekken van de Kreekraksluizen.

Met langzame ontzilting wordt bedoeld een ontzilting onder invloed van neerslag en afstroming vanuit omliggende gronden. Deze wijze van ontzilten neemt, afhankelijk van de meteorologische gesteldheid, zo'n 10 jaar in beslag. In dit geval is het niet uitgesloten dat het ecosysteem zich geleidelijk aanpast. Mocht om welke reden dan ook sprake zijn van ongewenste ontwikkelingen, dan kan alsnog worden overgegaan tot snelle ontzilting. Uit milieu-overwegingen gaat de voorkeur uit naar langzame ontzilting. De bestemming en de definitieve waterhuishoudkundige inrichting van het omkade Markiezaat liggen nog niet vast. Dat is ook niet zo verwonderlijk. Het

definitief zoete Markiezaatsmeer ontstaat pas na de vorming van het Zoommeer en zelfs in de periode na 1985 kan het nog wel nodig blijken om de inrichting aan de omstandigheden aan te passen.

De waterhuishouding mag de keuzevrijheid tussen een natuurmodel en een verstedelijkingsmodel in elk geval niet bemoeilijken.

De waterkwaliteit van het Markiezaatsmeer kan verder worden verbeterd door de lozing van polders buiten het gebied te brengen. De lozing van de Augustapolder kan op het Randmeer of het Zoommeer worden gebracht. Voor de Hoogerwaardpolder wordt onderzocht of afleiding naar de Schelde-Rijnverbinding mogelijk is.

De keuze tussen een vast of een variabel peil hoeft nu nog niet plaats te vinden. Een doorlaatwerk voor inlaten of lozen kan namelijk vrij eenvoudig zo worden ingericht, dat het in beide situaties kan functioneren. Op het Randmeer wordt vanwege zijn recreatieve functies een vast peil gewenst geacht. De waterkwaliteit zal liggen tussen die van het Markiezaatsmeer en die van het Zoommeer. De kwaliteit kan nog gunstiger worden beïnvloed door het Markiezaatsmeer te laten lozen via het Randmeer.

De capaciteit van de in de kaden en/of scheidingsdam te bouwen doorlaatmiddelen is te berekenen uit de, afhankelijk van neerslag en verdamping, te lozen of in te laten hoeveelheid water. Voorshands wordt gesteld dat met een vast peil een peil wordt bedoeld dat ongeveer gelijk is aan het peil van het Zoommeer. In dat geval kan worden volstaan met al of niet afsluitbare doorstroombokers in de kaden of de scheidingsdam, die zonder opmalen water inlaten of lozen. Is te zijner tijd een andere of stringenter peilbeheersing gewenst dan is uitbouw tot gemaal alsnog mogelijk.

In het Deltagebied worden thans ten gevolge van de Deltawerken in snel tempo een aantal waterbekkens gevormd, ieder met zijn eigen karakteristiek. Ten aanzien van de waterkwaliteit in deze bekkens moet per bekken een bepaald beheer gevoerd worden.

Tot nu toe kwamen gereed de afsluiting van het Hollands Diep-Haringvliet, het Veerse Meer en het Grevelingenmeer. In de nabije toekomst worden daaraan toegevoegd het afgesloten Volkerak, het Zoommeer en het gebied van de Oosterschelde, met een gereduceerd getij. Welk waterkwaliteitsbeheer er gevoerd moet worden kan worden afgeleid uit de richtlijnen voor het waterkwaliteitsbeleid, die zijn neergelegd in het concept-Indicatief Meerjarenprogramma 1980-1984. Het daarin geschetste waterkwaliteitsbeleid houdt een zodanig kwaliteitsbeheer in, dat gunstige voorwaarden kunnen worden geschapen of gehandhaafd voor optimale handhaving dan wel ontwikkeling van de gezondheid van de mens in de ruimste zin van het woord en voor een zo natuurlijk mogelijke verscheidenheid aan soorten en ecosystemen, terwijl schade of hinder aan opbrengsten van gewassen, aan vee, aan de bereiding van drink- en industriewater en aan

Middelen voor het waterkwaliteitsbeheer

De onderzoeksvaartuigen 'Ventjager' en 'Delta' in de haven.





De twaalfkanaals auto-analyser voor de analyse van watermonsters.

bouwwerken zoveel mogelijk wordt voorkomen. Een aantal middelen om het waterkwaliteitsbeheer uit te voeren is neergelegd in de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, een aantal andere vloeit voort uit recente internationale verdragen. Zo is de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren erop gericht de belasting van water met zuurstofbindende stoffen terug te dringen, terwijl de internationale verdragen bepalen dat de lid-staten verplicht zijn alle passende maatregelen te nemen om de verontreiniging met stoffen van lijst I – de zogenaamde zwarte lijst – te beëindigen, en die met stoffen van lijst II – de grijze lijst – te verminderen.

Naast deze wettelijke middelen zijn er middelen voor waterkwaliteitsbeheer die door de omgeving bepaald worden. Als voorbeeld moge het Grevelingenmeer dienen. Daar daalde sinds de afsluiting in mei 1971 het zoutgehalte van 17‰ Cl^-/l tot 14‰ Cl^-/l in december '78. Daarmee gelijk op ging in de loop van die periode een verarming in de biologische soortenrijkdom. Dit komt overeen met de bevindingen van Remane in de Oostzee, dat een relatief hoog en constant zoutgehalte van 16 à 18‰ Cl^-/l een gunstige voorwaarde is voor biologische soortenrijkdom.

Door nu het Grevelingenmeer via de Brouwerssluis in contact te brengen met de Noordzee, waar een zoutgehalte heerst van 17 à 18‰

Cl^-/l , kan het zoutgehalte op het bekken weer tot die waarden verhoogd worden. Als gevolg van het herstel van het contact met de Noordzee is de vissoortenrijkdom van het Grevelingenmeer in vergelijking met de voorgaande jaren alweer met 30 % toegenomen en heeft de vissoortensamenstelling weer meer estuariene kenmerken verkregen.

Een beheersmiddel om overmatige algenhoeveelheden te voorkomen, met de nadelige gevolgen daarvan, zoals geringe zichtdiepte en labiele zuurstofbalans, kan de verkorting zijn van de verblijftijd van het water, zodat de algen als het ware geen tijd krijgen om tot ontwikkeling te komen. Gedacht moet dan worden aan waterverblijftijden kleiner dan 25 dagen, hetgeen wel betrekkelijk veel doorspoelwater vraagt. In Nederland, met zijn gecompliceerde waterhuishouding, is zo'n grote hoeveelheid doorspoelwater in de meeste situaties niet beschikbaar.

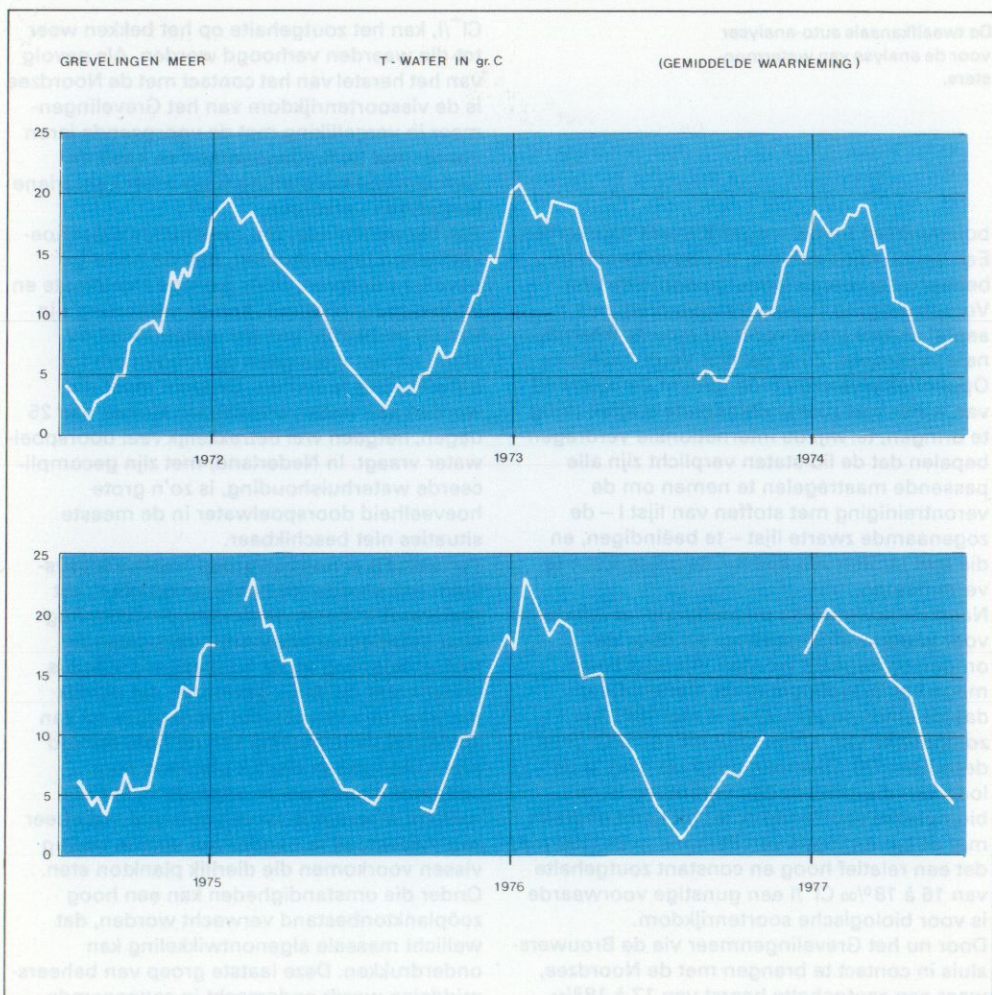
Ten slotte is er nog een groep 'interne ecosysteem-beïnvloedende beheersmiddelen'. Uit onderzoek in het spaarbekken de Grote Rug naar het effect van de vermindering van de fosfaatbelasting op de hoeveelheid algen is onder meer duidelijk geworden dat dierlijk plankton een kwantitatief belangrijke rol kan spelen bij de beperking van de hoeveelheid algen. Aangezien dierlijk plankton door bepaalde vissen wordt opgegeten, is het wellicht mogelijk door een selectief visbeheer een visbestand te handhaven waarin weinig vissen voorkomen die dierlijk plankton eten. Onder die omstandigheden kan een hoog zoöplanktonbestand verwacht worden, dat wellicht massale algenontwikkeling kan onderdrukken. Deze laatste groep van beheersmiddelen wordt onderzocht in zogenaamde

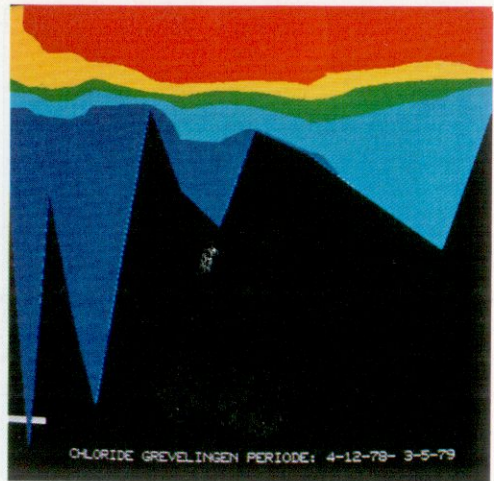
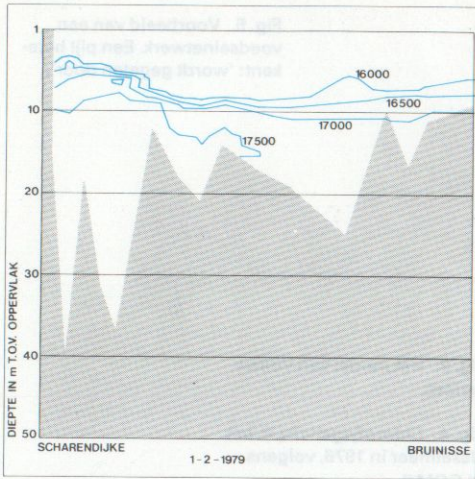
'ecosysteemstudies', waarin de relatie van verschillende organismen onderling en hun beïnvloeding door a-biotische factoren wordt bestudeerd; bij voorbeeld de beïnvloeding van zoöplankton door vissen en van algen door zoöplankton of mosselen, dan wel de invloed van licht en voedingsstoffen op algen.

Voor de keuze van beheersmaatregelen is een gedegen kennis van de omgevingsvariabelen en van de fysische, chemische en biologische processen in water noodzakelijk. Onder omgevingsvariabelen kunnen dan onder andere verstaan worden de kwantiteit en de kwaliteit van polderwater, het tijdstip van beschikbaarheid van water en de beschikbare hoeveelheid en de kwaliteit van doorspoelwater; voorts wateronttrekking en klimatologische omstandigheden. Onder fysische, chemische en biologische processen in water zijn dan

Fig. 2. Grafische voorstelling van de lijnen van gelijk zoutgehalte in het Grevelingenmeer.

Fig. 1. Verloop van de watertemperatuur in het Grevelingenmeer, van 1972 tot 1977.





begrepen stroming en menging, sedimentatie, erosie en opwerveling, uitwisseling tussen water en bodem, tussen water en zwevende stof en tussen water en atmosfeer, primaire productie, consumptie, ademhaling, voortplanting en sterfte.

De resultaten van de vele metingen die nodig zijn, zowel voor de kennis van de omgevingsvariabelen als van de specifieke processen in een meer, worden gecomprimeerd tot wiskundige formules, waarmee de fysische, chemische en biologische processen beschreven kunnen worden. Met zo'n wiskundig model is het dan mogelijk om vooraf verschillende beheersmaatregelen door te rekenen en de consequenties van een bepaald maatregelenpakket duidelijk te maken en te vergelijken met de eisen van het waterkwaliteitsbeleid. Daarna kan een beheersvorm met goede argumenten worden verworpen of geëffectueerd.

Moderne computervisualisering van dezelfde meting.

Om voldoende kennis te vergaren over de kwaliteit van het water in de Deltabekken is het van groot belang dat er veel metingen gedaan worden. Een belangrijk deel van de medewerkers van de hoofdafdeling Milieu en Inrichting zet zich daarvoor in. Er is een onderafdeling die twee meetschepen beheert – in de toekomst waarschijnlijk drie –, waarmee jaarlijks tienduizenden zeemijlen worden afgelegd. Die schepen zijn uitgerust met pompen die vanaf een diepte van 50 meter water kunnen oppompen. Daarvan worden dan monsters genomen die in flessen naar het laboratorium gaan voor analyse. Sommige analyses worden met de hand uitgevoerd, maar de meeste vinden plaats met geautomatiseerde apparatuur. Eén van die apparaten is zelfs in staat de concentraties van twaalf

stoffen tegelijkertijd te bepalen, in een tempo van veertig monsters per uur. Jaarlijks komen er dan ook tienduizenden meetgegevens uit het laboratorium. Lang niet alle gegevens worden op deze wijze verzameld. Ook de meetschepen staan vol met elektronische apparatuur die in staat is metingen direct in het water – in situ, zoals dat heet – uit te voeren. Sommige van die metingen kun je, alleen maar in het water zelf doen, zoals het bepalen van de temperatuur. Andere, zoals de bepaling van het zoutgehalte uit de geleidendheid van het water, worden zo gedaan omdat dat veel sneller en goedkoper gaat dan via het laboratorium. De schepen zijn uitgerust met een pakket van sensoren, dat zijn gevoelige elementen, die via kabels van 70 meter lang met de apparatuur aan boord zijn verbonden. Het hele pakket kan met een lier naar iedere

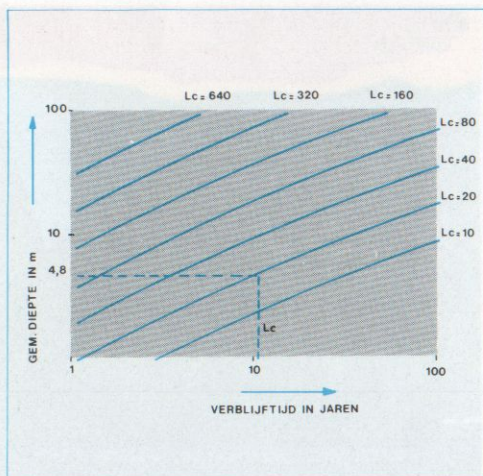
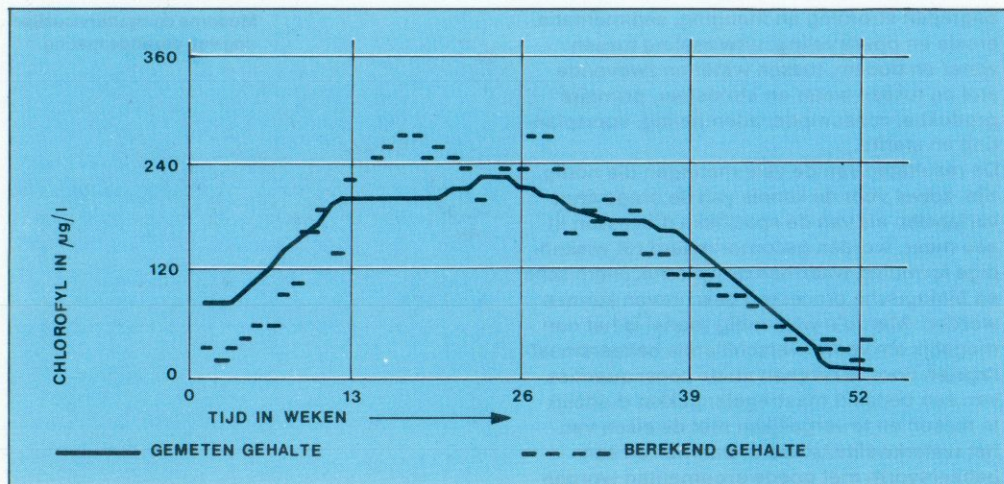


Fig. 5. Voorbeeld van een voedselnetwerk. Een pijl betekent: 'wordt gegeten door'.

Fig. 3. Het model van Vollenweider.

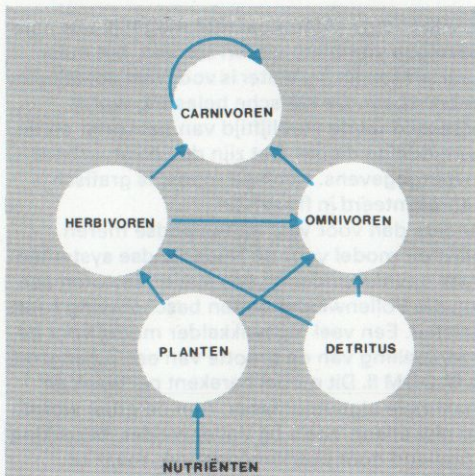
Fig. 4. Chlorofylgehalte in het IJsselmeer in 1976, volgens BLOOM II.



gewenste diepte gebracht worden. Er wordt zowel stilliggend als varend gemeten.

Voor het ontwerpen en in bedrijf houden van de meetinstrumenten zijn twee andere afdelingen actief. Een daarvan is belast met de meetinstrumenten zelf, de ander met het programmeren en in bedrijf houden van de computer. De meeste instrumenten zijn namelijk verbonden met een computer, die de signalen omreken, informatie afdruckt op papier en vastlegt op magneetbandcassettes, en de gevaren koers en gemeten waarden tekent op een automatische tekenmachine, de zogenaamde plotter. Ook speelt hij een belangrijke rol bij het iken van de instrumenten en bij de controle op de werking. Dezelfde groep die zorg draagt voor de computers op de schepen, behartigt ook de

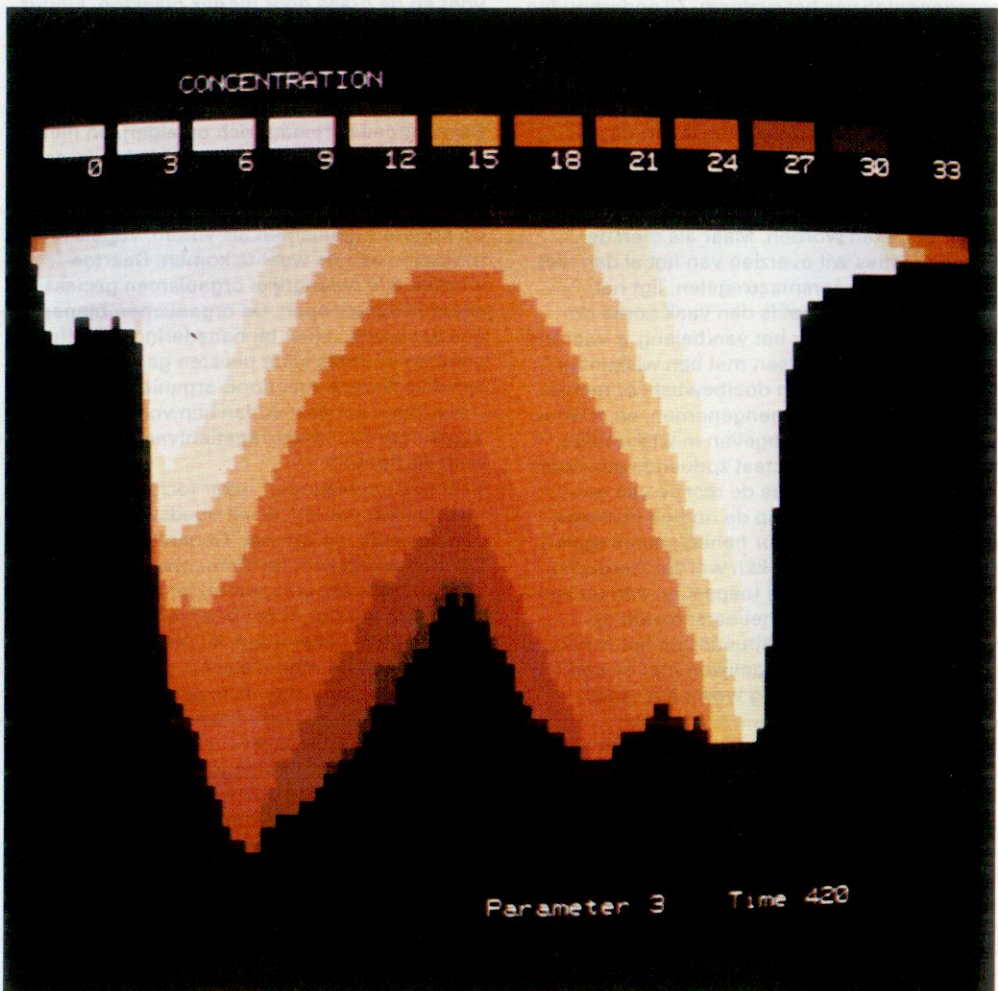
verdere verwerking van de gegevens. De informatie die op cassettes vastgelegd is, moet samengevoegd worden met de gegevens uit het laboratorium en zo opgeborgen worden dat er efficiënt mee verder gewerkt kan worden. Dat verdere verwerken houdt onder andere in: het maken van lijsten, van verscheidene soorten grafieken en kaarten en het doorrekenen van wiskundige of statistische modellen. Er wordt gebruik gemaakt van een aantal zelfstandige tafelrekenmachines, met allerlei daar aan te koppelen apparaten, en van een telefonische verbinding met de centrale computer van de Rijkswaterstaat. Naast de beschreven waterkwaliteitsmetingen worden nog talloze andere gegevens verwerkt, inzake vegetatie, vogels, landmeetkunde, algen en dergelijke meer. Het centrale probleem bij de verwerking van



metingen, vooral als het om grote aantallen gaat, is het kiezen van een zo gecomprimeerde vorm, dat de onderliggende processen goed duidelijk worden.

Een geavanceerde toepassing van de hedendaagse mogelijkheden om getallen visueel te interpreteren zien we in de figuur hieronder, waar de concentratie van particulier koolstof – dat is koolstof in zwevende deeltjes – te zien is in een dwarsdoorsnede van de Oosterschelde en wel langs de lijn Wemeldinge–Gorishoek. Hoe donkerder de kleur, des te groter de concentratie. Deze figuur is een afdruk van één uit een

Visualisering van het verloop van particulier koolstof in een raai in de Oosterschelde.



serie dia's, die gemaakt werden vanaf een kleurenbeeldscherm, waarop de computer de prent tekende. De dia's volgen elkaar met tussenpozen van een half uur op, en de hele serie geeft een helder beeld van de verandering van de concentratie ten gevolge van eb en vloed.

Prognoses over komende ontwikkelingen in aquatische ecosystemen vereisen soms de tussenkomst van wiskundige modellen. Een model wordt gemaakt van een begrensd stuk werkelijkheid, het 'systeem'. Laat een meer hier als voorbeeld dienen. Behalve dieren en planten bevinden zich ook allerlei andere stoffen in het meer: gassen, wellicht pesticiden en vast en zeker nutriënten. Een nutriënt, bij voorbeeld fosfaat, is voedsel voor planten. Al die ingredienten van het meer heten de componenten van het systeem. Zij onderhouden onderling relaties. Zo zal een watervlo alg eten en zal een alg, op zijn beurt, fosfaat opnemen. Maar er is ook eenzijdige beïnvloeding door componenten die niet tot het meer behoren. Een goed voorbeeld levert de zon. Ook de mens zal bijna zeker van zijn aanwezigheid blijf geven.

Het huidige fosfaatgehalte in het meer kan direct gemeten worden. Maar als men de consequenties wil overzien van het al dan niet nemen van beheersmaatregelen, ligt het minder makkelijk. Het is dan vaak nodig om het meer, voor zover het van belang is voor het vraagstuk, na te bootsen met een wiskundig model. Er worden dan doelbewust componenten *weggelaten of samengenomen, en relaties vereenvoudigd* weergegeven in wiskundige formuleringen. Er ontstaat zodoende een soort rekenschema, waarmee de reactie van een deel van het systeem op de nodige invoergegevens, waaronder door beheersmaatregelen stuurbare grootheden, kan worden berekend. Voordat men dit model toepast op een toekomstige situatie, zal men het eerst testen op verschillende bekende situaties uit het verleden, door de uitkomst te vergelijken met bewerkte meetgegevens. Zo nodig wordt het model daarna nog verbeterd.

Een model is dus een rekenschema. Het kan ingewikkeld zijn, zodat het alleen hanteerbaar is als computerprogramma, maar de berekening kan ook zo eenvoudig zijn als die van een hoofdrekensommetje. Een voorbeeld van het laatste is het model van Vollenweider, dat maar bestaat uit één vergelijking. Het dient om de kritieke fosforbelasting te berekenen van een meer waarvoor fosfor de beperkende voedingsstof is. Als de werkelijke fosforbelasting hoger is, bestaat er een grote kans op een

te uitbundige algenbloei met mogelijk alle nare gevolgen van dien: vissen sterven, het meer gaat stinken en het water is voor veel doeleinden onbruikbaar. De kritische belasting wordt berekend uit de verblijftijd van het water en de gemiddelde diepte. Dat zijn dus de stuurbare invoergegevens. Het hele model is grafisch gepresenteerd in figuur 3.

Anders dan voor vele buitenlandse meren blijkt dit model voor de Nederlandse systemen vaak onvoldoende. Bij ons spelen factoren een rol, die Vollenweider buiten beschouwing heeft gelaten. Een veel ingewikkelder model voor de voorspelling van de grootte van een algengroei is BLOOM II. Dit model berekent per week de maximale algenbiomassa. Aan de groei wordt nu niet alleen, zoals bij Vollenweider, beperking opgelegd door nutriëntengebrek, maar er wordt ook rekening gehouden met de lichttoevoer en de graas door dierlijk plankton. Figuur 4 geeft een indruk van het resultaat: een presentatie van de berekende en gemeten chlorofylgehalten. Het chlorofylgehalte is een maat voor de algenbiomassa.

Deze modellen richten zich op algen, en niet ten onrechte: algen vormen de basis van de voedselketen. Toch mag men niet nalaten ook iets van de invloed van beheersmaatregelen op hogere organismen als vissen, vogels en mosselen aan de weet te komen. Daartoe worden alle belangrijke organismen geclassificeerd in ecogroepen. De organismen binnen één ecogroep zullen bij benadering hetzelfde eten, en door dezelfde beesten gegeten worden. Samen met dood organisch materiaal – detritus – ontstaat er dan een voedselnetwerk. Bij een zeer hoog aggregatieniveau ziet dat eruit als figuur 5.

Veel gecompliceerder, maar toch bijna ontoelaatbaar eenvoudig, is het voedselnetwerk dat aan de basis ligt van het 'General ecomodel'. Dit model berekent de biomassa's van de beschouwde ecogroepen op lange termijn. Omdat de relaties in het voedselnetwerk vaak onvoldoende bekend zijn, kunnen de uitspraken op basis van dit model slechts globaal zijn. Toch is dit model al eens toegepast op de Oosterschelde, om de invloed van de grootte van de opening in de stormvloedkering duidelijk te maken. Belangrijk is nog, dat de produktie van algen ook voor dit model een invoergegeven is. Bij voorbeeld Bloom II kan die invoer leveren. Zo'n combinatie van modellen kan worden gebruikt voor het Grevelingenmeer om het effect van een beheersregime van de Brouwerssluis en van eventuele doorspoeling met behulp van een doorlaatmiddel in de Grevelingendam op de hogere organismen in te schatten.

Tien jaar lang maakt de hoofdafdeling Milieu en Inrichting nu deel uit van de Deltadienst; een periode waarin eigen visies en methoden ontwikkeld moesten worden om de problematiek aan te pakken waarmee men werd geconfronteerd. En deze ontwikkeling is nog niet ten einde.

Het Deltaplan als leerschool voor de aanpak van milieu- en inrichtingsvraagstukken

Daarom kan gesteld worden dat het Deltaplan een ononderbroken leerschool is geweest voor milieu- en inrichtingsvraagstukken, en dat in wezen nog steeds is. Welke ontwikkelingen, zo kan men zich afvragen, hebben zich in die jaren voorgedaan en welke lering is daaruit te trekken met betrekking tot de aanpak van de vraagstukken?

De problematiek waarmee men wordt geconfronteerd, vloeit voort uit het feit dat het er enerzijds om gaat de kennis van de ecosystemen en van de maatschappelijke belangen die in het geding zijn zó in te brengen dat in de verschillende fasen van de uitvoering der werken steeds goed gefundeerde beslissingen kunnen worden genomen; anderzijds moeten de verkregen kennis en de verworven inzichten zo worden uitgewerkt dat een optimale besluitvorming wordt bereikt, in het belang van het integraal functioneren van de beïnvloede gebieden.

De taak van milieu- en inrichtingsdeskundigen houdt mede in dat zij door studie en onderzoek een goed inzicht verkrijgen in de relaties tussen de waterbouwkundige werken en de gebieden waarin ze worden uitgevoerd, en waarvan ze later deel zullen uitmaken, als elementen met bepaalde functies en mogelijkheden.

In het Deltaplan moeten voortdurend verstrekende beslissingen worden genomen. Zo kwam, vroeg of laat, de onvermijdelijke vraag, of en zo ja op welke manier de Oosterschelde moest worden afgesloten. En toen dat eenmaal beslist was, moest worden uitgemaakt hoe groot de doorstroombopening zou zijn in de Oosterschelde-kering, welke tracés exact moesten worden getrokken voor de comparti-

menteringsdammen, waar en op welke manier zand kon worden gewonnen en specie kon worden gedumpt. En hoe moest de inrichting en vormgeving van de waterbouwkundige werken er uitzien?

Al deze beslissingen, hoe verschillend ook van grootte-orde, kunnen stuk voor stuk belangrijke consequenties hebben voor de ontwikkelingsmogelijkheden van de nieuwe ecosystemen, voor de gebruiksmogelijkheden van de in te richten en te beheren gebieden en, in relatie daarmee, voor het functioneren van de waterbouwkundige werken zelf.

Milieu- en inrichtingsdeskundigen bestuderen de consequenties en geven er naar beste weten een beschrijving van, die ze inbrengen bij het besluitvormingsproces, om op die manier in gezamenlijke verantwoordelijkheid met de waterbouwkundigen keuzes voor te bereiden en besluiten te nemen in de voorbereidings-, ontwerp- en uitvoeringsfase van de waterbouwkundige projecten.

Deze beslissingen worden voorbereid in afzonderlijke, probleemgerichte projectgroepen. Het is bij dit werk in de afgelopen jaren wel gebleken dat milieu- en inrichtingsdeskundigen vanaf de eerste opzet bij de projectgroepen betrokken dienen te zijn. Slechts op die manier komt de medeverantwoordelijkheid goed tot haar recht en kan vanuit het oogpunt van milieu en inrichting meegezocht worden naar de oplossing van problemen. Pas dan is een zo breed mogelijke probleem-analyse gegarandeerd, en een zo diep mogelijke onderbouwing bij het stellen van alternatieven en de uitwerking van de mogelijke oplossingen. Uit de relatie tussen de waterbouwkundige werken en de gebieden die erdoor worden beïnvloed, komen milieu- en inrichtingsvragen





voort die de voorbereiding en de bouw van de werken te boven gaan, en zich ook uitstrekken tot het gebruik en het beheer van de werken nadat ze zijn voltooid. De ontwikkeling van het milieu in de afgesloten gebieden, en dus van de gebruiksmogelijkheden die het biedt, wordt beheerst door een stelsel van deels beheersbare randvoorwaarden: peilvariaties, doorspoelsnelheden, waterkwaliteit, maai- en beweidingsbeheer. Vooral die randvoorwaarden die direct met het hydraulisch regiem te maken hebben, kunnen juist met behulp van de waterbouwkundige werken worden geregeld en beheerst. *Het beheer van de waterstaatkundige werken afgeleid moet worden van de integrale inrichtings- en beheersplannen voor de aangrenzende gebieden.*

Op het moment dat de bouwwerken gereed zijn en beginnen te functioneren, start in de afgesloten gebieden ook de ontwikkeling van nieuwe landschappen, onder invloed van de ingestelde randvoorwaarden. Zandverstuiving, oeverafslag, aquatische veranderingen en vegetatie-ontwikkelingen, het zijn allemaal symptomen van snelle of langzame milieudynamiek. Om zo nodig snel, maar in elk geval weloverwogen op deze veranderingen in te kunnen spelen, is het nodig dat al vroegtijdig plannen worden ontwikkeld, in het kader waarvan maatregelen kunnen worden genomen. *De inrichtings- en beheersplannen voor de nieuwe gebieden dienen dan ook gereed te zijn vóór de waterbouwkundige werken klaar zijn.*

Hoe moeten we nu het feit waarderen dat de noodzakelijke kennis van het milieu wordt verzameld, en de deskundige inbreng in de

probleemgerichte projectgroepen wordt verzorgd door medewerkers van de Deltadienst zelf? *Vanuit de ervaring tot nu toe, binnen de Deltadienst, kan niet anders gezegd worden, of het is gunstig dat de milieu- en inrichtingsdeskundigen samen met de bouwafdelingen deel uitmaken van één dienst.* De medeverantwoordelijkheid voor het plan als geheel heeft bij voorbeeld invloed op de doelstellingen. Hierin staat thans niet meer de bouw van de waterbouwkundige werken centraal, maar het verschaffen van veiligheid in een bredere context, in relatie namelijk tot het functioneren van het gebied als geheel, met aandacht voor alle betrokken belangen en voor de ontwikkeling van nieuwe ecosystemen. *Dit vergroot onder andere ook de aanvaardbaarheid van het project voor de buitenwereld.* Hiervoor wordt wel vereist, dat de doelstelling ook effectief wordt ingevuld. De invulling waarin de aanvaarding van het plan door de bevolking en door de beleidsinstanties zo'n belangrijke rol speelt, zal vooral gestalte krijgen door de manier waarop de beslissingen in de verschillende fasen van het Deltaplan worden voorbereid en genomen. De milieu- en inrichtingsdeskundigen van de dienst kunnen daaraan belangrijk bijdragen, afhankelijk van de manier waarop zij hun deskundigheid inbrengen in de probleemgerichte projectgroepen. Hun medeverantwoordelijkheid voor het welslagen van het Deltaplan als geheel legt een gunstiger vertrouwensbasis voor de samenwerking met de bouwkundigen. En wederzijds vertrouwen blijft een noodzakelijke voorwaarde om tot goede oplossingen te komen, die ook naar buiten toe aanvaardbaar zijn. Om dat te bereiken heeft de hoofdafdeling Milieu en Inrichting altijd gemeend zich niet primair te moeten opstellen als belangenbehartiger, maar als een instantie die objectieve kennis inbrengt over het milieu. *Goede milieukundige begeleiding kan derhalve worden geleverd door medewerkers van de dienst zelf, als deze begeleiding maar berust op de inbreng van objectieve, zakelijke kennis en niet op de standpunten van belangenbehartigers.*

Om de gewenste objectiviteit in de deelprojecten te bewerkstelligen is vaak met vrucht gebruik gemaakt van de methode van de beleidsanalyse. In de beleidsanalyse worden enige geselecteerde mogelijke oplossingen systematisch met elkaar vergeleken op hun consequenties ten aanzien van een aantal relevante aspecten, waaronder milieu- en inrichtingsvraagstukken. *Als in een beleidsanalyse de consequenties niet alleen worden beschreven, maar ook beoordeeld, dient de effect-beschrijving duidelijk gescheiden te*

blijven van de effect-beoordeling.

De Deltawerken brengen een totaal andere ruimtelijke ontwikkeling met zich. De kennis die wordt gebruikt om de aanleg en het beheer van de werken te begeleiden, wordt mede gebruikt om het integraal functioneren van de gebieden te bewerkstelligen.

Met name bij de hoofdafdeling Milieu en Inrichting hebben zich over dit onderwerp in de loop der jaren denkbeelden ontwikkeld. Het gaat hier om het bevorderen van een optimale besluitvorming, met een grote mate van aanvaardbaarheid, zulks gezien het feit dat in de hoofddoelstelling van de Deltadienst voorkomt dat 'andere betrokken belangen zoveel mogelijk (moeten) worden gediend, althans zo weinig mogelijk worden geschaad, waarbij speciale aandacht wordt besteed aan het handhaven en verbeteren van de bestaande en aan de ontwikkeling van nieuwe ecosystemen.'

Om hieraan gestalte te geven, wordt integrale planvorming voorgestaan voor de afgesloten gebieden als geheel; land en water moeten daarbij in onderlinge relatie worden betrokken. De integrale planvorming omvat het schetsen van alternatieve mogelijkheden voor de ontwikkeling van de gebieden, die in principe als multi-functioneel worden beschouwd, zo lang er ten minste geen keuze is gemaakt inzake een beperkt aantal in te vullen functies. *In zo'n integraal plan, of beleidsplan, wordt niet alleen aandacht besteed aan de ruimtelijke inrichting, maar ook aan de beheersmogelijkheden.* Het een is zonder het ander niet goed denkbaar. Bij het maken van deze plannen wordt de methodiek van de procesplanning gehanteerd. Dit houdt in dat periodiek aanpassing plaatsvindt van het beleid en wel op grond van de aangetroffen ontwikkelingen in het ecosysteem en op basis van autonome dan wel gewenste ontwikkelingen van maatschappelijke functies. In de Deltabekkens waarin na de afsluiting volledige nieuwe ontwikkelingen plaatsvinden, lijkt dit de enige toepasbare manier. *Het succes van de integrale planvorming is afhankelijk van de samenwerking met vele beleidsinstanties, op lokaal, regionaal en nationaal niveau.* Niet alleen voor het opstellen van het plan, maar ook voor de verdere uitwerking is een langdurige, zo niet permanente samenwerking nodig tussen de verschillende beleidsniveaus. Nadere bezinning daarop is in de nabije toekomst gewenst; wellicht leidt dit beraad tot de instelling van nieuwe beleidseenheden.

Het idee dat gebieden als een eenheid moeten worden beschouwd, wint in toenemende mate veld. Dit is ook te merken bij de daadwerkelijke

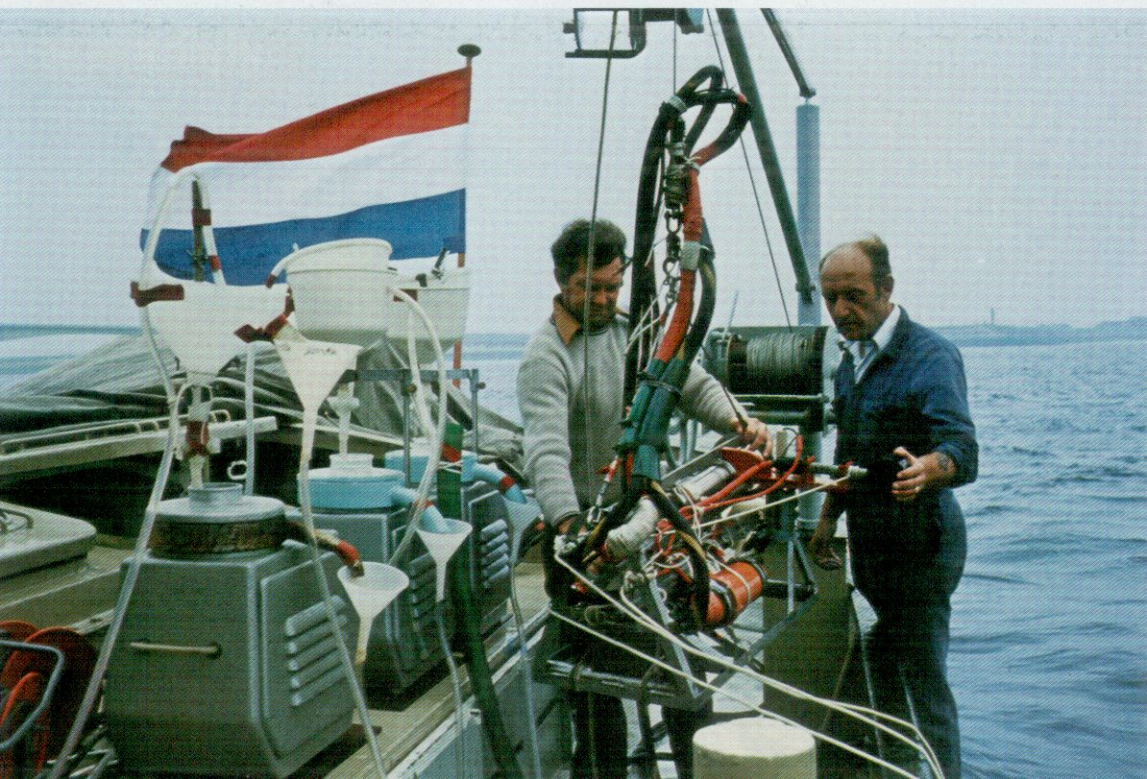
invulling van functies. *Dit leidt ertoe dat men thans bij de ruimtelijke planning tracht functies te integreren in plaats van ze ruimtelijk te scheiden.* In het Veerse Meer, een van de eerste afgesloten Deltabekkens, ziet men, met name op macro-schaal, nog een sterke ruimtelijke scheiding van functies. In de Grevelingen is al veel meer getracht functies als bij voorbeeld recreatie en natuur met elkaar te integreren. In nog sterkere mate is dat het geval in het beleidsplan voor de Oosterschelde. De mogelijkheid tot integratie hangt uiteraard samen met de aard van de functies. Sommige functies zijn onmogelijk te integreren. In zo'n geval dient bijzondere aandacht te worden gegeven aan de ruimtelijke situering en aan de creatie van overgangszones tussen de verschillende ruimtelijke eenheden. *In alle gevallen echter dienen de nieuwe gebruiksvormen te worden afgestemd op de eigenschappen, de ruimtelijke differentiatie en het ontwikkelingsstadium van de nieuwe ecosystemen. Ook in beheersopzicht biedt dat voordelen.*

Doorgaans blijkt dat milieukundige kennis van een gebied waarin grootschalige ingrepen worden gedaan, primair niet of onvoldoende aanwezig is.

De wel aanwezige kennis blijkt doorgaans niet toegesneden op de specifieke problemen. Dit was ook in het Deltagebied het geval. Vandaar dat door de hoofdafdeling Milieu en Inrichting in de loop der jaren een programma voor milieukundig onderzoek is opgebouwd, dat gericht is op bestaande vraagstukken in de eerste plaats, maar ook anticipeert op de problemen waarvoor bijdragen worden verwacht. *Dat het benodigde milieukundige onderzoek binnen de eigen dienst wordt verricht, of ten minste via de eigen dienst wordt opgedragen, is in de loop van de tijd als gunstig ervaren, omdat slechts op die manier de noodzakelijke probleemgerichtheid wordt gegarandeerd.*

Blijkt dat voor een gesteld probleem te weinig kennis in huis is, zodat daarvoor in de looptijd van een project nog extra tijd ter beschikking

Werkzaamheden aan boord van een meetschip.



Doorgaans blijft het milieukundige kennis van een gebied waarin gebiedsplan ingrepen worden gedaan, primaar als of onvoldoende aanwezig is.

De wel aanwezige kennis blijft doorgaans niet toegesneden op de specifieke problemen. Dit was ook in het Delta gebied het geval. Vandaar dat door de hoofdtafel Milieu en Inrichting in de loop der jaren een programma voor milieukundig onderzoek is opgesteld, dat gericht is op bestaande vraagstukken in de eerste plaats, maar ook anticipatie op de problemen waarvoor bijlagen worden verwacht. Dat het benodigde milieukundige onderzoek binnen de eigen dienst wordt verricht of ten minste via de eigen dienst wordt opgedragen, is in de loop van de tijd als gunstig ervaren, omdat slechts op die manier de noodzakelijke probleemgerichtheid wordt

invulling van functies. Dit leidt ertoe dat men thans bij de ruimtelijke planning naast functies te integreren in plaats van te ruimtelijk te scheiden, in het Voorze Meer, een van de eerste afgesloten Delta gebieden, ziet men, met name op macro schaal, nog een sterke ruimtelijke scheiding van functies. In de Gravelingen is al veel meer getracht functies als bij voorbeeld recreatie en natuur met elkaar te integreren. In nog sterkere mate is dat het geval in het Delta gebied.

De mogelijkheid tot integratie hangt uiteraard samen met de aard van functies. Sommige functies zijn onmogelijk te integreren. In zo'n geval dient bijzondere aandacht te worden gegeven aan de ruimtelijke afgrenzing van de creatie van overgangszones tussen de verschillende ruimtelijke eenheden. In alle gevallen echter dienen de nieuwe gebruiksvormen te



moet worden gesteld, dan is het wederom een voordeel als zo iets geregeld wordt door de medewerkers van de dienst zelf, omdat zij medeverantwoordelijk zijn.

Het soort kennis waaraan in de loop der tijden gebleken is behoefte te bestaan, laat zich het beste omschrijven als: een goed inzicht in het functioneren van ecosystemen, zodanig, dat daarmee voorspellingen kunnen worden gedaan over de consequenties van voorgenomen ingrepen, en over de ontwikkeling die een ecosysteem zal doormaken onder invloed van een gekozen stelsel van randvoorwaarden.

Het voorspellen van ontwikkelingen in ecosystemen is, dat blijkt alom, een moeilijke zaak. *Toch zal onderzoek juist in die richting moeten worden nagestreefd. Een meer kwantitatief inzicht in de relaties tussen de verschillende factoren en componenten binnen het ecosysteem is daartoe noodzakelijk.* Bij de hoofdafdeling Milieu en Inrichting wordt om die reden het onderzoek steeds meer verlegd in de richting van processtudies en worden er modellen ontwikkeld, omdat die zowel bij de opzet als bij de coördinatie van het onderzoek en bij de interpretatie en de toepassing van de resultaten van groot belang worden geacht. *Om beslissingen te kunnen nemen en keuzes te kunnen doen, is het nodig dat men de consequenties van maatregelen waardeert en dit kan alleen op grond van risico-bepalend, norm-onderbouwend en evaluerend onderzoek.* Dat niet al dit onderzoek binnen de dienst zelf gedaan kan worden, ligt voor de hand. Alles in eigen hand houden is bovendien niet altijd wenselijk. Door het onderzoek gedeeltelijk extern te laten uitvoeren kan een veel breder draagvlak van kennis en instemming worden verkregen. *Toch zal het noodzakelijke fundamentele onderzoek steeds minstens voor een deel door de eigen dienst gedaan moeten worden.*

Ten eerste wel omdat dat een zo groot mogelijke probleemgerichtheid garandeert bij de opzet en de voortgang van het onderzoek. Ten tweede is het zo, dat niemand beter dan de eigen onderzoeksafdeling de resultaten van het fundamentele onderzoek kan overzetten in een vorm die bruikbaar is in probleemgerichte nota's. In de derde plaats blijft zo het wetenschappelijk niveau van de afdeling op peil, zodat men de competentie behoudt om aan te geven wat, hoe en aan wie het wordt uitbesteed, en ook voor de begeleiding van het onderzoek. Het onderzoek is, zoals wel blijkt, sterk gericht op het doen van voorspellingen. *Om de voorspellingstechnieken te verbeteren is het onder andere nodig dat geverifieerd wordt of vroeger opgestelde voorspellingen over de*

ontwikkeling van ecosystemen ook in de werkelijkheid zijn bewaarheid. Goed opgezette evaluatie-studies, waarin de ontwikkelingen na een afsluiting worden gevolgd, gemeten en beschreven, zijn voor dit doel essentieel. Zulk onderzoek zou bij voorkeur moeten worden opgesteld in tijdsfasen.

Met de kennis over de ontwikkelingen die in een afgelopen fase is verkregen, kan de prognose voor komende fasen worden verfijnd. Met de kennis die op een zelfde manier is verkregen inzake autonome ontwikkelingen van maatschappelijke functies in het gebied, kan deze ervaring dan gebruikt worden voor het opzetten van een integrale planning voor het betrokken gebied over de eerstkomende periode.

De vergaarde kennis dient regelmatig te worden vastgelegd in publikaties. Slechts zo is het mogelijk de opgedane ervaringen niet alleen ten goede te laten komen aan het gebied waarop het onderzoek primair is gericht, maar ook aan vergelijkbare gebieden elders.

Bij het Deltaplan is het, dank zij de integratie van de hoofdafdeling Milieu en Inrichting in de dienst, mogelijk de te bouwen en de gebouwde werken te zien in hun relatie tot het gebied dat ze beïnvloeden, integrale milieustudies uit te voeren, waarbij de afgesloten en af te sluiten estuaria als eenheid worden beschouwd, en integrale beleidsplannen op te zetten voor zulke gebiedseenheden. Vanuit haar denkwijze, taakopvatting en – voorlopige – verantwoordelijkheid kan de afdeling initieënd optreden, zowel naar binnen als naar buiten, en zo de noodzakelijke bases leggen voor de erkenning van de eenheid der te beheren gebieden.

Bij voorkeur ziet de afdeling deze geïntegreerde aanpak ook in de toekomst voortgezet; zij kant zich tegen desintegratie in een veelheid van belangengroepen en beheerders. Dit gaat ten koste van milieu en landschap. Onze ruimtelijke omgeving is er slechts bij gebaat dat allen die zelf deel uitmaken van het milieu, in goede samenwerking oplossingen zoeken voor de toekomst van het landschap.

Ecology and Environmental Planning

Since 1971 a division for Ecology and Environmental Planning has been included in the Delta Service of Rijkswaterstaat; just in time to become actively involved in the decision-making regarding the storm surge barrier in the Oosterschelde.

The principle of this division is, that the recommendations regarding the planning of the environment must be based on integrated ecological research. Research and consultation have been separated organisationally to facilitate collaboration with other sections and departments.

This introductory article provides further insight into the contents of this issue, which covers the theme: 'Ecology and Environmental Planning'.

Ecological concern within the Delta Plan

In order to carefully support the Delta Service with ecological problems, the work of the environmental section is divided into four distinct phases, i.e. the preparation, the design, the execution and the post-care. During all four phases, running parallel with the progress of the civil engineering works, advice and support are to be given by experts in the ecological field. To obtain adequate ecological recommendations, which will be incorporated in the decision-making, research into the eco-system by ecologists during all stages will be indispensable. The plans indicating how to control the area after the Delta works are completed are of vital importance only then will it be known what developments can evolve from this newly created situation

Ecological assistance during the progress of the works

The ecologists will bear equal responsibility for careful implementation of the Delta Plan. Various examples can be cited which clearly show that to-day's ecological motives have influenced the manner of executing the civil engineering works.

This has become especially apparent in the lay-out and harmonious blending into the scenery of dams and other civil engineering structures and the landscaping around the sites where spoil is dumped or sand reclaimed, activities inevitably related to large hydraulic engineering works.

Planning and managing the Oosterschelde area

When the dams and barrier are completed, the surface area of the Oosterschelde will be decreased by 25 per cent, the intertidal area by 45 per cent and the mud-flat area will even be 60 per cent smaller than at present. An integral management policy for the area has been set up to ensure that the Oosterschelde will function as an entity. This policy will be implemented in three stages: the first one from 1980-1985, thus until the barrier is completed; the second one from 1985-1990, the stabilizing period and the third one after 1990, the period for further developments. The integral policy consists e.g. of a plan for environmental planning and a plan for research and possible corrective measures. Annually, evaluations will be made regarding the progress of the developments in the area. These will indicate in particular the effect of human intervention in the eco-system.

Aquatic ecological research

Up to now studies have generally been limited to taking inventories of the Oosterschelde. These inventories indicated that the Oosterschelde is an area of exceptional biological abundance. However, in order to be able to evaluate the situation after 1985, progress-studies must be made whereby special attention is given to the influence of the fluctuations in salinity on diversity, the progress-pattern of the food-chains in terms of production, consumption and mineralisation and transport of organic matter. To carry out these studies, there is much collaboration with the section Hydrology; and, outside the Service with the Delta Institute for Hydrological Research.

The management of the Oosterschelde barrier

The ecological section has contributed highly to the scheme for manoeuvring the Oosterschelde barrier after its completion. The background of this input consists of studies based on to-day's situation, the situation in 1985 and the anticipated effects on the eco-system when the barrier is in operation.

The studies of the section Ecology are especially focused on the effects the closure of the barrier will have on the organisms living in the tidal zone, on the geomorphology of that zone, in particular on the edges of the salt marches. Stagnant periods of over twelve hours in conjunction with a water-level below A.O.D. + 2.50 m. are anticipated to be detrimental to the natural surroundings.

Planning and management of the Markiezaatsmeer

The area behind the Oesterdam eastward of the Scheldt-Rhine connection, will be separately embanked and consequently be turned into a fresh water lake. The building of a dam on the westward side will already highly reduce the tidal action. At a later date the tidal action will completely disappear. The city of Bergen op Zoom wishes to urbanize this area. Recreational and conservational functions for this area are also taken into consideration. The section Ecology and Environment Planning is endeavouring to find the most desirable solution. For adequate water-control it could be preferable to separate part of the Randmeer. This partitioning may also serve to divert the recreational load from the actual Markiezaatsmeer.

Means to control the quality of the water

The care given to the quality of the water is, to a great extent, due to the legal obligations imposed by the Government. This article mainly describes the technical means used for the control of the quality and the research programme used to gather the necessary background information.

The Delta Plan – a school for the handling of environmental and organisational problems

After a decade of collaboration between hydrological engineers and ecologists, an evaluation can be made. Collaboration, if there is to be any, should start from the onset of the work to achieve an integral approach of the work. It has proved to be desirable that hydraulic engineers and ecologists operate together within one department. This improves the chances of acceptance of their work in the outside world. And of course, it is essential that the actions of the ecologists must be based on their objective knowledge and not on group interests.

