

DE ONTWIKKELING EN BESCHERMING VAN OEVERS IN AFGESLOTEN ZEEARMEN.

**Samenvatting van de morfologische
en biologische evaluatiestudies
in Veerse Meer en Grevelingenmeer.**

INHOUD	2
VOORWOORD	3
INLEIDING	4
OEVEREROSIE NA AFSLUITING	7
<i>Erosieprocessen op de oever bij een vast waterpeil</i>	8
OEVERBESCHERMING	10
ONDERZOEK	13
<i>Waterkwaliteit</i>	14
EFFEKTEN VAN BESCHERMINGSMAATREGELEN	16
a. Direct beschermde oevers	16
b. Indirect beschermde oevers	17
<i>De vogels langs de oevers van het Veerse Meer en het Grevelingenmeer</i>	18
c. Indirect en direct beschermde oevers	22
d. Onbeschermde oevers	23
<i>De zonering van het onderwaterleven in Veerse Meer en Grevelingenmeer</i>	24
<i>De vegetatie langs de oevers van het Veerse Meer en het Grevelingenmeer</i>	28
e. Oevers met andere beschermingsmaatregelen	30
<i>Eisen vanuit verschillende gezichts- punten aan oevers gesteld</i>	32
CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	33
<i>Aanleg en onderhoudskosten</i>	34
LITERATUUR OVERZICHT	36

VOORWOORD

De veranderende omstandigheden die na de afsluiting in voormalige zeearmen optreden, stellen andere eisen aan de beheersmaatregelen dan in de oude situatie. Veel van die eisen en de gevolgen van toegepaste maatregelen waren voor de aanleg van de Deltawerken nog nagenoeg onbekend. Vandaar dat de eerste afgesloten bekkens, met name het Veerse Meer, min of meer als proefgebied hebben gefungeerd om inzicht te krijgen in de natuurlijke ontwikkeling van dergelijke bekkens en in het effect van de toegepaste maatregelen.

De grootste veranderingen in de geomorfologie en biologie hebben zich rond de oever voorgedaan. Deze veranderingen zijn als onderdeel van het door Rijkswaterstaat opgezette onderzoeksproject OEVERS bestudeerd. Doel van het project is naast het verkrijgen van inzicht in de ontwikkelingen van de oeverzone van bekkens met een (min of meer) vast waterpeil, het ontwikkelen van methoden en mogelijkheden om, uitgaande van de biotische waarden, bepaalde ontwikkelingen te sturen. Op basis van het verkregen inzicht en aan de hand van de onderzoeksresultaten kan vervolgens geadviseerd worden over bestemming, inrichting en beheer van oeverzones in reeds bestaande en nieuw te vormen bekkens met een vast waterpeil.

De resultaten van de diverse onderzoeken zijn inmiddels uitgebracht in een serie wetenschappelijke rapporten. Ten behoeve van beherende instanties en andere belanghebbenden en belangstellenden wordt hier een samenvatting van deze wetenschappelijke rapporten gepresenteerd.

INLEIDING

Het afsluiten van zeearmen, zoals o.a. met het Veerse Meer en Grevelingenmeer in het kader van de Deltawerken is gebeurd, heeft een aantal ingrijpende veranderingen tot gevolg. Zo gaat door de afsluiting het kontakt met de zee en daarmee de uitwisseling tussen zee en zeearm verloren. Hiermee verdwijnt de functie als kraamkamer voor de visfauna van (in dit geval) de Noordzee.

Door het wegvallen van het getij en het instellen van een vast waterpeil komen grote delen van het voormalige getijdegebied voortaan permanent onder of boven water te staan. In het laatste geval verdwijnen ook de daar oorspronkelijk aanwezige bodemdieren. Hiermee vervalt voor een groot deel de functie van het voormalige getijdegebied als voedselbron voor steltlopers. Alleen de bodemdieren uit de ondiepe randgebieden langs geleidelijk aflopende oevers zijn nog bereikbaar. Het aantal steltlopers in deze gebieden loopt daardoor sterk terug. Dit is onder meer gebeurd in het Grevelingenmeer, waar van de 40.000 steltlopers die voor de afsluiting voorkwamen, er nog slechts 4000 over zijn.

Door de afsluiting bestaat de mogelijkheid het zoutgehalte van het water te veranderen. Dit zal vooral grote gevolgen hebben voor het onderwaterleven. Wanneer het water brak wordt, zoals het Veerse Meer, verdwijnen veel soorten die alleen in het zoute zeewater kunnen leven. Slechts soorten die van nature in gebieden met brakke of wisselende zoutgehaltes leven (b.v. riviermondingen), zullen blijven. In gebieden waar het water zoet wordt, zoals in het Haringvliet, het Krammer-Volkerak en het Zoommeer, verdwijnt de oorspronkelijke flora en fauna vrijwel geheel en wordt vervangen door een zoet water flora en fauna.

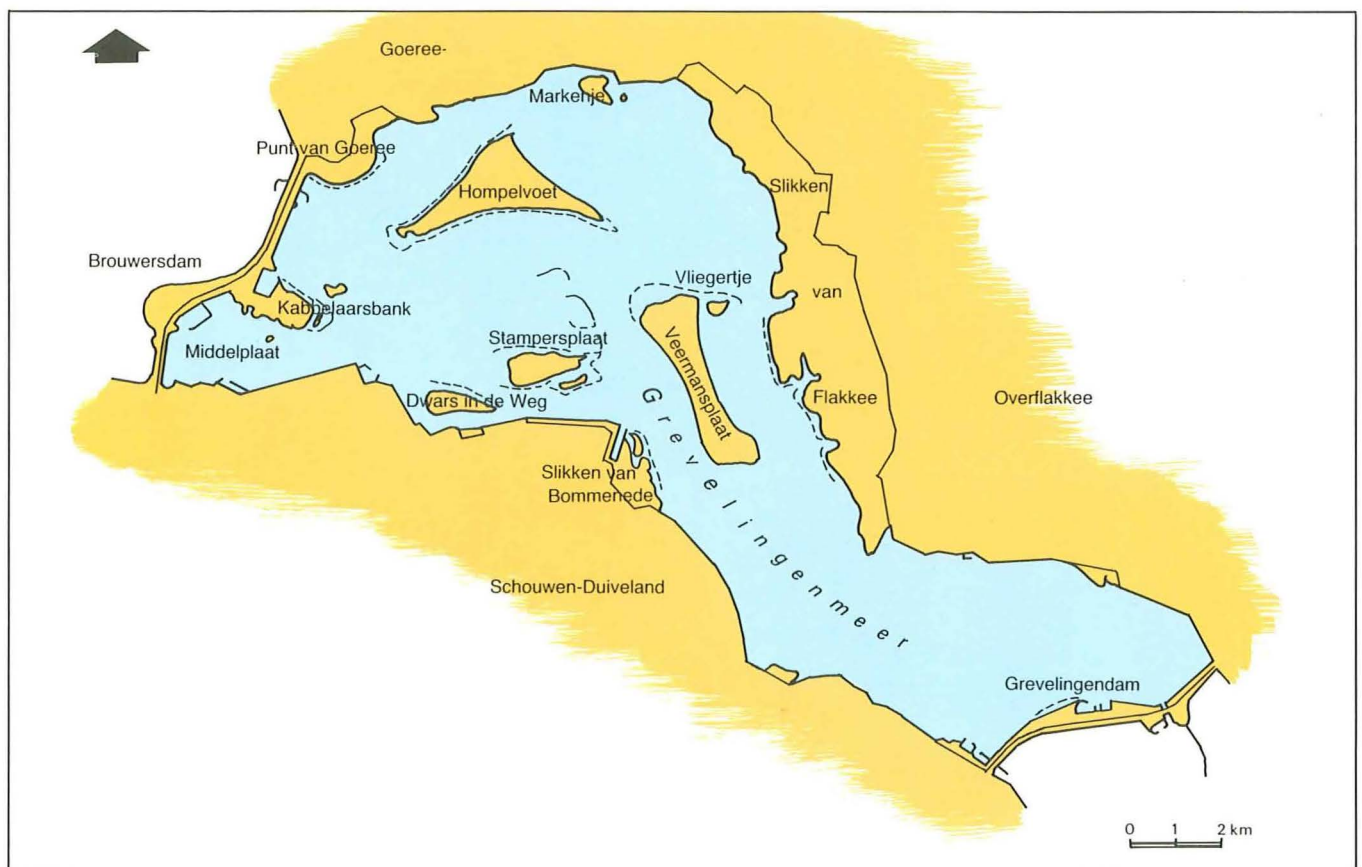
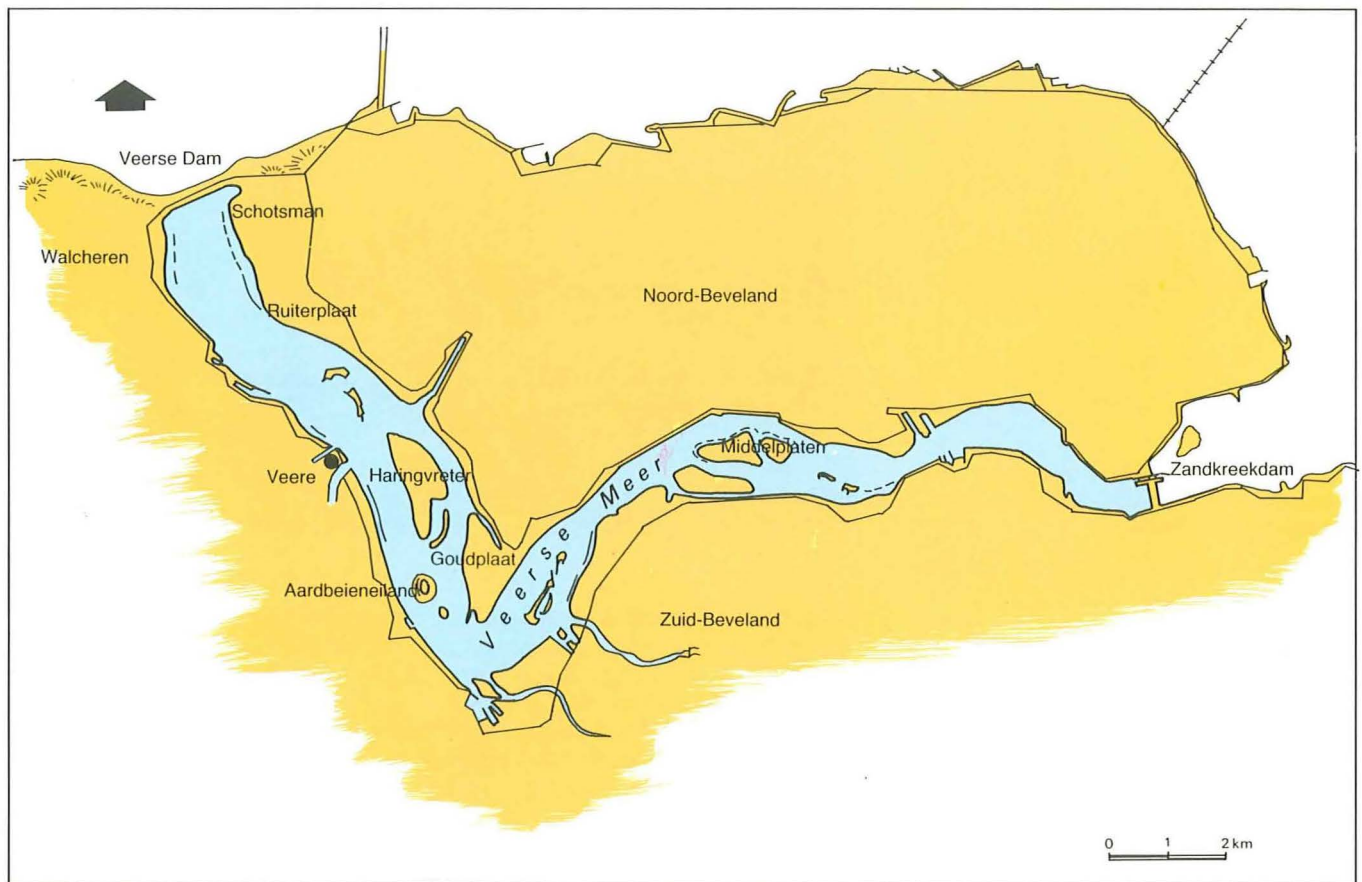
Door het wegvallen van de getijstromingen bezinkt het zwevende materiaal, waardoor het water helderder wordt. In dit heldere water kunnen op ondiepe plaatsen bodemvegetaties tot ontwikkeling komen. Zo zijn er in het zoute Grevelingenmeer uitgestrekte, voornamelijk uit zeegras bestaande vegetaties ontstaan, terwijl in het brakke en door polderwaterlozingen zeer voedselrijke Veerse Meer vrijwel overal zeesla in grote hoeveelheden groeit. Deze wieren en planten zijn een belangrijke voedselbron voor plantenetende vogels, zoals meerkoet, smient, knobbelzwaan en rotgans, die na de afsluiting dan ook sterk in aantal zijn toegenomen. Vooral in het Veerse Meer zijn de dichtheden hoog, 21 per 10 ha in het gebied met een waterdiepte tussen 0 en 1,5 m, dat is ongeveer 10 maal hoger dan in het Grevelingenmeer. Dit verschil met het Grevelingenmeer wordt naast de grotere voedselrijkdom veroorzaakt, doordat in het Veerse Meer het waterpeil in het najaar (stapsgewijs) 70 cm verlaagd wordt. Hierdoor komen grote oppervlakten bedekt met zeesla droog te liggen, zodat de bereikbaarheid van deze voedselbron veel groter is dan in het Grevelingenmeer. De grotere helderheid van het water heeft verder een aantal visetende vogels als aalscholver, fuut en middelste zaagbek aangetrokken.

De afwezigheid van stroming kan verder tot gevolg hebben, dat er in de zomer door het opwarmen van de bovenste waterlaag gelaagdheid optreedt. Het koudere, zwaardere water mengt zich niet met het lichtere, warme water, verliest het kontakt met de lucht en wordt zuurstofloos. Hierdoor sterft het bodemleven in de diepe delen. Dit verschijnsel treedt vooral op in het Veerse Meer, waar het nog versterkt wordt doordat er in het voorjaar zout (= zwaarder) Oosterschelde water wordt ingelaten, dat zich niet mengt met het brakke Veerse Meer water. Vanaf een waterdiepte van ongeveer 9 meter is er daarom geen bodemleven in het Veerse Meer.

De grote hoeveelheden zeesla in het Veerse Meer trekken naast zwanen vooral veel meerkoeten aan.



Door het wegvallen van getij en stromingen zullen ook de bijbehorende erosie en sedimentatieprocessen zich wijzigen. Dit heeft vooral gevolgen voor de morfologische en biologische ontwikkelingen van de oeverzone. In het kader van het RWS-project OEVERTS zijn in een aantal evaluatiestudies deze gevolgen voor de oevers en de effecten van verschillende beschermingsmaatregelen tegen erosie in het Veerse Meer en het Grevelingenmeer onderzocht.



OEVEREROSIE NA AFSLUITING

Vóór de afsluiting stonden de schorren, slikken en platen van Veerse Meer en Grevelingenmeer onder invloed van een getijverschil van enkele meters en sterke getijstromen. De hierdoor en door golven veroorzaakte erosie en sedimentatie hielden elkaar min of meer in evenwicht, zodat er in grote lijnen weinig veranderingen in de morfologische opbouw van de gebieden optraden. Dit veranderde na het wegvallen van de getijbeweging als gevolg van de afsluiting en de instelling van een min of meer vast waterpeil. De morfologische processen, tot dan toe bepaald door de combinatie van getijstromen en golven worden in het vervolg uitsluitend beïnvloed door de door wind en scheepvaart opgewekte golven en de door wind opgewekte circulatiestromingen.



Na de afsluiting en het wegvallen van het getij, trad er op veel plaatsen aanzienlijke erosie op van de oever.

Deze golven en stromingen zorgen op veel plaatsen ter hoogte van de nu smalle contactzone tussen land en water voor erosie van de onbeschermde, doorgaans uit fijnzandig materiaal bestaande oever. Hierdoor verplaatst de oeverlijn zich steeds verder naar achteren en dreigen grote delen van de drooggevalen slikken en platen te verdwijnen. Het geërodeerde materiaal wordt hierbij afgevoerd naar de diepere delen. Het verdwijnen van de drooggevalen gebieden is over het algemeen vanuit natuurlijk, landschappelijk, waterstaatkundig en recreatief oogpunt ongewenst en komt niet overeen met de diverse functies die aan deze gebieden zijn toegekend (o.a. natuurgebied, voorland als bescherming van de oude dijkglooiingen, recreatieterrein). Om de erosie tegen te gaan en de oeverzones zoveel mogelijk te behouden is in het Veerse Meer en het Grevelingenmeer vrijwel direkt na de afsluiting (resp. in 1961 en 1971) begonnen met het treffen van maatregelen ter bescherming van de oevers.

Oppervlakte van een aantal gebieden die sinds de afsluiting door erosie zijn verdwenen.

VEERSE MEER

Totale oppervlakte direkt na afsluiting 3950 ha

Oppervlakte drooggevalen gebied bij zomerpeil(zp) 1893 ha

„ „ „ „ winterpeil 2175 ha

	oppervlakte(zp)	verdwenen	
Aardbeieneiland	5 ha	0,5 ha	
Middelplaten	260 ha	8 ha	
Goudplaat	29 ha	2 ha	(oostkant)
Schotsman/Ruiterplaat	177 ha	3 ha	

GREVELINGENMEER

Totale oppervlakte direkt na afsluiting 14000 ha

Oppervlakte drooggevalen gebied 3000 ha

	oppervlakte	verdwenen
Hompelvoet	350 ha	7 ha
Veermansplaat	350 ha	24 ha
Dwars in de Weg	70 ha	4 ha
Vliegertje	3 ha	3 ha
Middelplaat	5,5 ha	5,3 ha
Slikken van Bommenede	90 ha	4 ha
Markenje	32 ha	7 ha

De meeste gebieden zijn vrij kort na de afsluiting beschermd. Alleen de Middelplaten, de Veermansplaat en Markenje waren tijdens het onderzoek nog grotendeels onbeschermd. De Veermansplaat en Markenje zijn inmiddels of worden in 1989 (verder) beschermd. De platen Vliegertje en Middelplaat(Grevelingenmeer) zijn helemaal of bijna helemaal onder water verdwenen.

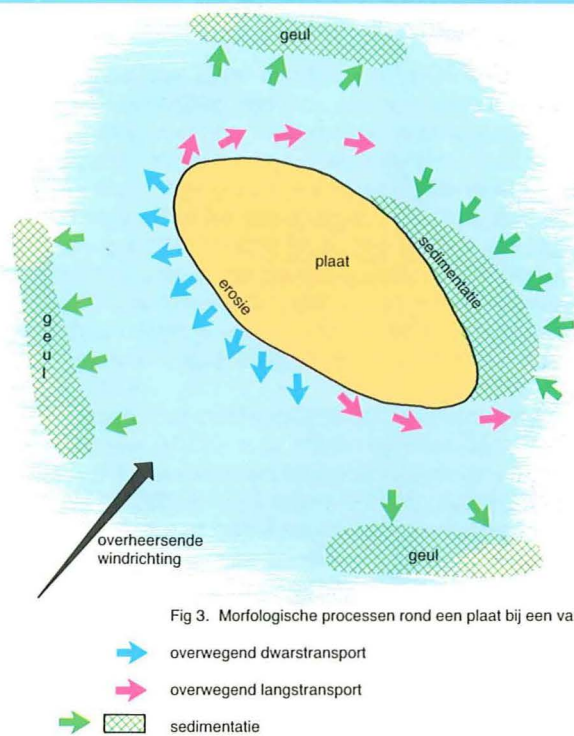


Fig 3. Morfologische processen rond een plaat bij een vast waterpeil.

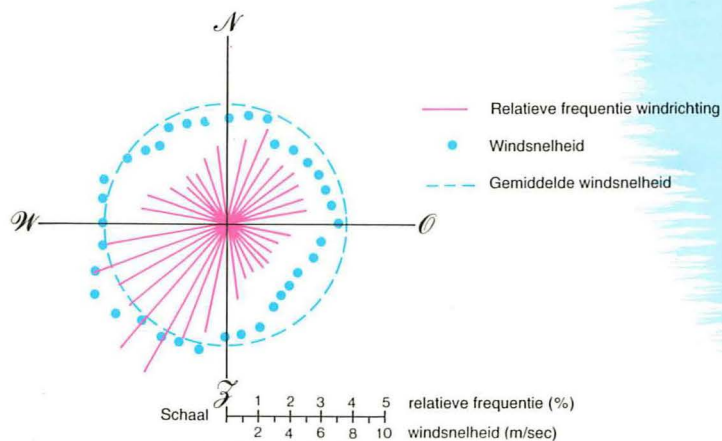


Fig 2. Gemiddelde windsnelheid en relatieve frequentie per windrichting in de periode 1973 tot 1980 (bron: KNMI/station Roggenplaat).

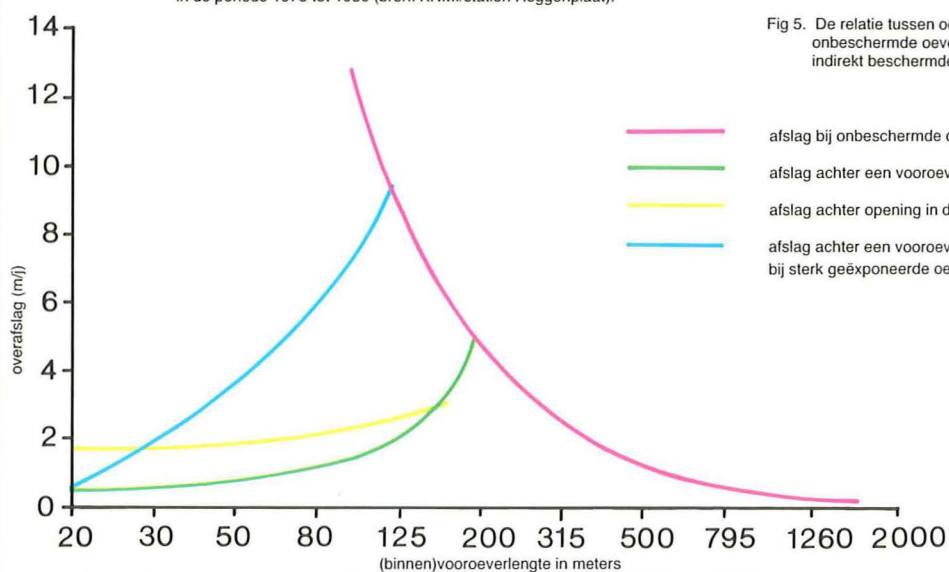


Fig 5. De relatie tussen overafslag en de breedte van de vooroever bij onbeschermd oever en de afstand tot de oeverbescherming bij indirect beschermde oever.

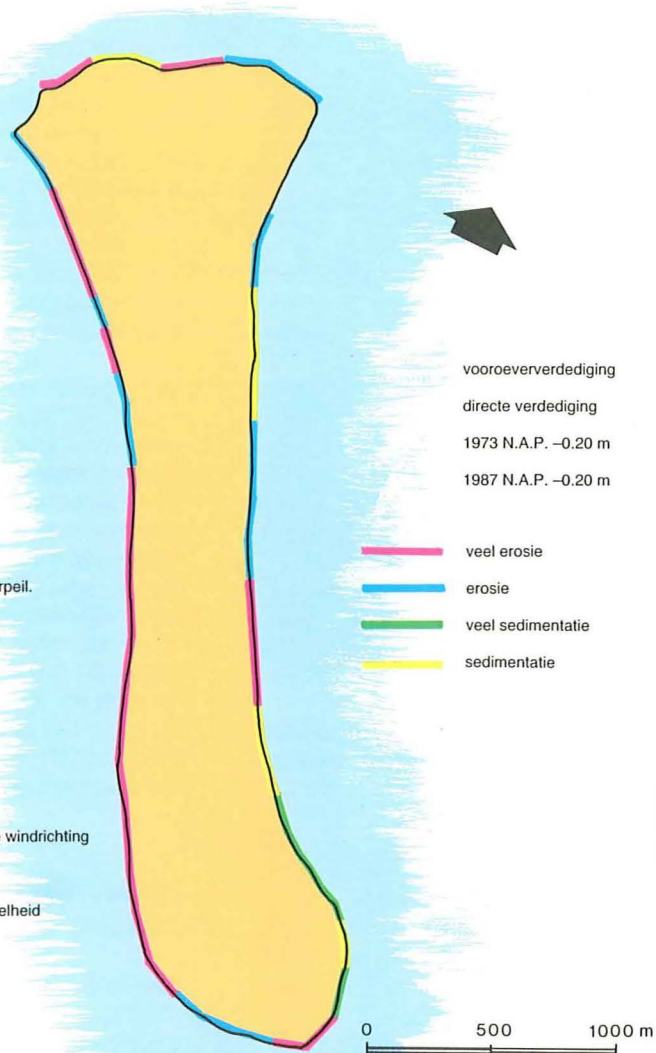


Fig 4. Oevererosie en sedimentatie rond de Veermansplaat na de afsluiting van het Grevelingenmeer.

Erosieprocessen op de oever bij een vast waterpeil.

De belangrijkste factoren die na de afsluiting van de bekkens de morfologische processen bepalen, zijn de door de wind opgewekte golven en stromingen. Door het wegvallen van het getijverschil en de instelling van een vast peil wordt de golfaanval geconcentreerd op de sterk versmalde kontaktzone tussen land en water (fig 1). Op veel plaatsen treedt hierdoor erosie van de oeverlijn op.

De mate van erosie wordt naast factoren als waterdiepte, bodemsamenstelling en strijklengte vooral bepaald door de windrichting en windsterkte. In Nederland overheersen westelijke tot zuidwestelijke winden en komen ook de hoogste windsnelheden uit deze windrichtingen (fig 2). Oostelijke en vooral zuidoostelijke winden komen veel minder voor en zijn minder krachtig. De ergste erosie zal daarom in het algemeen optreden op oevers die op het westen en zuidwesten zijn geëxponeerd.

De expositierichting van de oever is verder ook bepalend voor de richting waarin het geërodeerde materiaal wordt getransporteerd. In hoofdlijnen zijn er twee richtingen mogelijk, te weten dwars op de oever in de richting van de geul en evenwijdig langs de oever. In werkelijkheid zal het een resultante van beide richtingen zijn. Op de westelijke en zuidwestelijke oevers met de overheersende wind min of meer recht

op de oever, zal het materiaal voornamelijk met de onderstroom naar de aangrenzende geul worden getransporteerd, hier overheerst het dwarstransport (fig 3). Op de meer naar het noorden en zuiden gerichte oevers zal het materiaal meer langs de oever worden getransporteerd, hier overheerst het langstransport. Een deel van het getransporteerde materiaal zal zich in de luwte van de oostelijke oever kunnen afzetten.

Dit kan gedemonstreerd worden aan de hand van de ontwikkeling van de oevers langs de Veermansplaat (Grevelingenmeer), die tot 1987 nagenoeg geen beschermde oevers had. Van deze plaat zijn in de loop der jaren de west en zuidoever en in iets mindere mate de noordoever door oeverafslag achteruit gegaan, in tegenstelling tot de stabielere oostoever (fig 4). Een deel van het materiaal afkomstig van de zuidwestpunt en zuidoever is gesedimenteerd op de oostelijke vooroever, waardoor deze in de loop der jaren ondieper is geworden.

Uit het onderzoek blijkt, dat ook de breedte van de vooroever bepalend is voor de erosiesnelheid (fig 5). Bij een vooroever van meer dan 750 meter breed treedt doorgaans weinig erosie op (gemiddeld minder dan 1 m, op sterk geëxponeerde oevers echter tot 2,5 m per jaar); bij een breedte van 200 meter is de erosie aanzienlijk groter (gemiddeld meer dan 5 m, op geëxponeerde oevers meer dan 14 m per jaar).

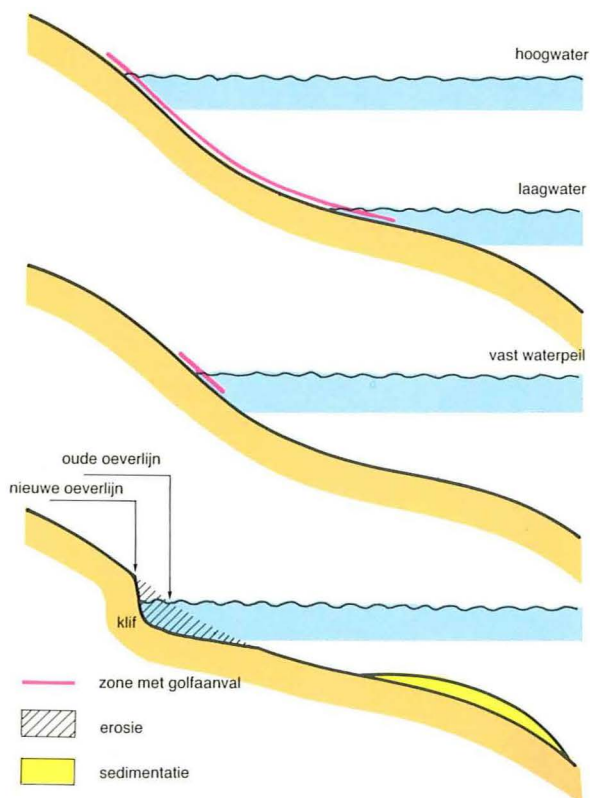


Fig 1. Verschil in erosieprocessen in een getijdesituatie en bij een vast waterpeil.

I Brede zone waarover de golfaanval wordt verdeelt. Hierdoor is de erosie op elk niveau gering. Aangevoerd materiaal kan op elk niveau worden afgezet.

II De golfaanval is geconcentreerd op een smalle zone. Hier treedt ernstige erosie op. Het materiaal wordt (grotendeels) naar de diepere delen afgevoerd. Sedimentatie op de oeverlijn is (vrijwel) uitgesloten.

III Gevolg van II: – Klifvorming en een terugtrekkende oeverlijn.
– Geleidelijke opvulling van diepere delen.

OEVERBESCHERMING

In het als eerste afgesloten bekken, het Veerse Meer, lag het accent bij het tegengaan van de oeverserosie aanvankelijk op het direct vastleggen van de oeverlijn, veelal met behulp van bestortingsmateriaal (direkte oeverbescherming). Daar in dit meer door het instellen van een zomer en winterpeil (resp. NAP en NAP -0,70 m) in gebieden met een brede, ondiepe en 's winters droogvallende oeverzone in feite twee oeverlijnen waren ontstaan, moesten deze elk apart worden beschermd.



Door het verlaagde winterpeil is de aanleg van een indirecte bescherming in het Veerse Meer dan relatief gemakkelijk uit te voeren.

Door de aanwezigheid van een indirecte bescherming blijft het water vlak voor de oever ook bij zware storm rustig en zal er nauwelijks erosie van de oever optreden.

Al spoedig werd duidelijk, dat een dergelijke manier van beschermen veelal niet strookt met de natuur en recreatiebelangen. De betekenis van het Veerse Meer en het Grevelingenmeer voor vogels wordt voor een belangrijk deel bepaald door de aanwezigheid van zeer ondiepe gebieden met een geleidelijke overgang naar laaggelegen land. Voor de recreatie zijn vergelijkbare oevers, zonder stenen op de oeverlijn en grenzend aan ondiep water, eveneens het aantrekkelijkst. Door het direct vastleggen van de oeverlijn, waardoor de oeverachteruitgang werd gestopt, werd bovendien de erosie van de waardevolle ondiepe vooroever bevorderd. Door deze erosie werd de vooroever aanvankelijk gemiddeld 10 cm per jaar dieper. Later nam deze verdieping geleidelijk af. Hierdoor ontstonden oevers met een onnatuurlijke en onaantrekkelijke abrupte overgang van land naar -voor veel vogels- te diep water om voedsel te zoeken. De Rijkswaterstaat is daarom in het Veerse Meer gaan experimenteren met oeverbeschermingen, die ook de ondiepe vooroever beschermen en daarnaast meer dynamiek en variatie van de oeverlijn toelaten.

De ondiepe gebieden van het Veerse Meer die in de winter droogvallen, zijn rijk aan voedsel en trekken daardoor veel verschillende soorten vogels aan.

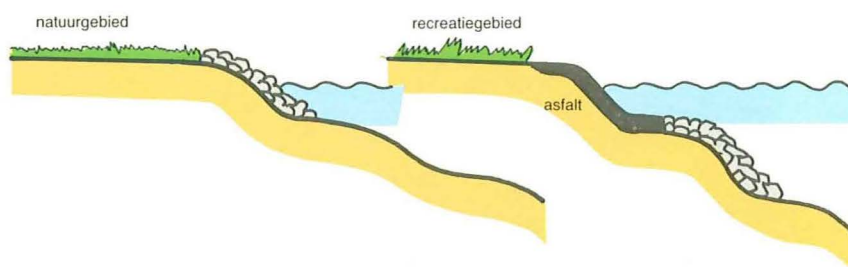


Hierbij is het uitgangspunt, de **gevolgen** van de erosie (oeverafslag) tegengaan, verlaten en is overgestapt op het uitgangspunt, de **oorzaken** van de erosie (golfwerking) wegnemen. De beste oplossing blijkt te bestaan uit het aanleggen van boven de hoogste waterstand uitstekende grinddammen op de vooroever, min of meer evenwijdig aan de oever en op enige afstand daarvan (indirekte oeverbescherming). De door de wind opgewekte golven kunnen nu niet meer op het ondiepe deel doorlopen en de oeverlijn bereiken. Om een goede verversing van het water binnen de vooroeverbescherming te waarborgen en tevens de uitwisseling van waterorganismen voor en achter de bescherming mogelijk te maken, zijn er op regelmatige afstanden openingen in de dammen uitgespaard. Dit type oeverbescherming is vooral toegepast in het Grevelingenmeer.

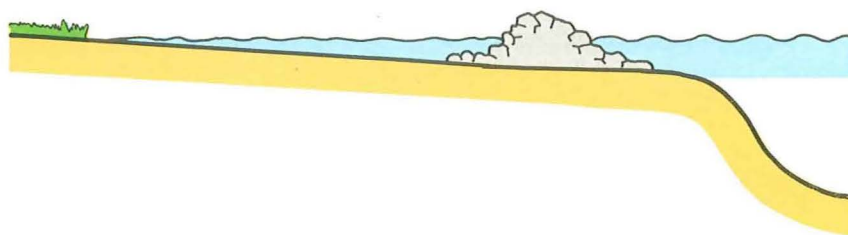
Daarnaast zijn op veel kleinere schaal nog een aantal andere beschermingsmogelijkheden beproefd: een drijvende golfkering, zandsuppletie, een palenscherm en een verdedigde zanddam.

Veerse Meer, alleen zwanen kunnen met hun lange nek het wier van de onder water liggende stenen van de direkte bescherming op de zomer- en winteroever (achtergrond) afgrazen.

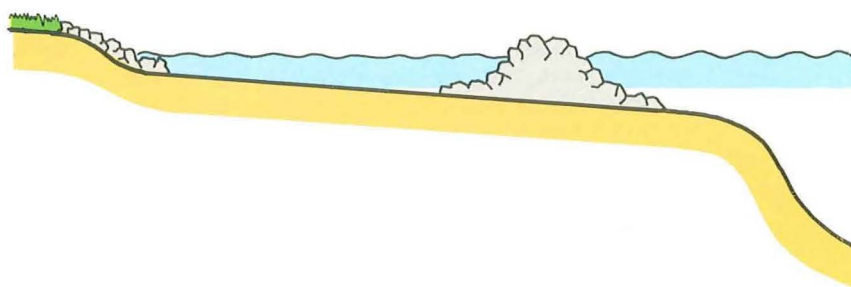




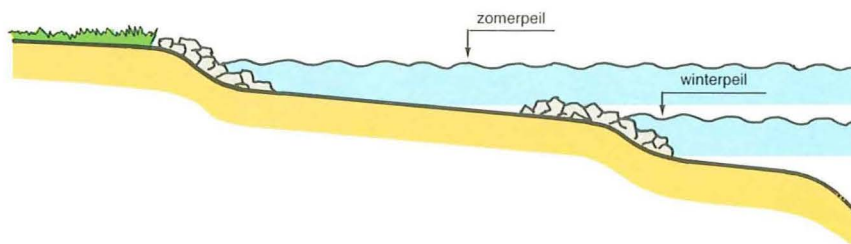
Direkte bescherming



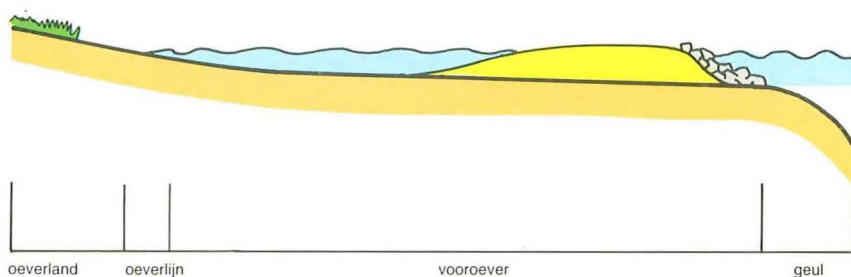
Indirekte bescherming



Indirekte bescherming met
(meestal lichte) directe bescherming



Direkte bescherming op zomer-
en winteroever (Veerse Meer)



Verdedigde zanddam





Het observeren en tellen van vogels.



Het inventariseren van boven de bodem levende en op stenen groeiende onderwaterorganismen werd door duikers gedaan.

ONDERZOEK

Het daadwerkelijk optreden en de omvang van oevererosie is sterk afhankelijk van een aantal factoren, zoals ligging op de wind, en strijklengte van de wind (bepalend voor de intensiteit van de golfaanval), hellingshoek van de bodem, breedte van de vooroever en bodemsamenstelling. Dezelfde factoren bepalen ook het effect van de toegepaste oeverbescherming op de oevererosie. Zo is gebleken, dat een indirecte oeverbescherming op de ene plaats wel en op een andere plaats geen afdoende bescherming biedt. In het laatste geval is meestal alsnog een summiere directe bescherming langs de oeverlijn aangelegd.

Voor een afdoende, tijdige en economisch verantwoorde aanleg van oeverbeschermingen is het daarom noodzakelijk zowel de invloed van deze factoren op oevererosie, als ook de randvoorwaarden, waarbinnen oeverbeschermingen afdoende bescherming bieden, te kennen. Hiervoor zijn sinds de afsluiting op een groot aantal plaatsen in het Veerse Meer en het Grevelingenmeer regelmatig profielmetingen van de oevers uitgevoerd, zandtransporten bepaald en golfgegevens verzameld. Naast deze morfologische studies is in de periode van 1982 tot en met 1985 de biologische ontwikkeling van de verschillende na de afsluiting ontstane oevertypen onderzocht. Hierbij zijn de volgende onderwerpen aan de orde gekomen:

- de waterkwaliteit in het min of meer van de rest van het meer afgesloten ondiepe deel binnen de indirecte oeverbescherming;
- het gebruik van verschillende oeverzones door vogels;
- de samenstelling van het onderwaterleven zowel in het water als op en in de bodem;
- de vegetatiezonering op de oever.

De volgende oevertypen zijn bij deze onderzoeken onderscheiden:

- a. Direct beschermde oevers (meestal dicht langs een geul gelegen).
- b. Indirect beschermde oevers (oevers met een brede ondiepe vooroever).
- c. Oevers met zowel een directe als indirecte bescherming. Hieronder vallen de oevers van het Veerse Meer met een bescherming op de zomer en winteroever, en indirect beschermde oevers met een later aangelegde meestal summiere directe bescherming.
- d. Onbeschermde oevers (meestal met zeer brede, geleidelijk aflopende, van de heersende wind afgekeerde oevers).



De in het zand levende bodemdieren werden met steekbuizen verzameld.

Waterkwaliteitskenmerken

De gemiddelde watertemperatuur en het gemiddelde gehalte van de belangrijkste waterkwaliteitskenmerken aan de land (l) en meerzijde (m) van de indirecte bescherming en het gemiddelde verschil tussen beide (l-m) per meting. De resultaten van de t-toets (t) geven aan, dat er voor een aantal kenmerken aantoonbaar verschil (*) bestond tussen de gehalten aan de land en meerzijde van de bescherming. Deze verschillen zijn echter zeer klein en door afronding soms niet in de tabel te zien.

Ter vergelijking worden de gemiddelde gehalten van een niet afgesloten zeearm (Oosterschelde 1984, gegevens Rijkswaterstaats-project BALANS) en van één van de sterk geëutrofiëerde randmeren (Eemmeer 1983/84, Kwartaalberichten Rijkswaterstaat) gegeven.

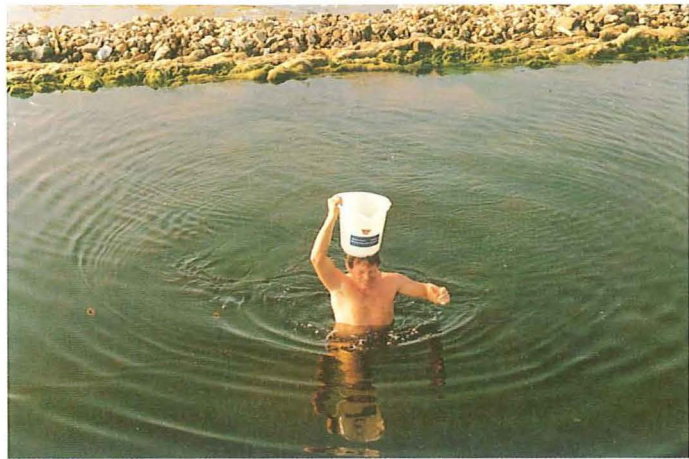
VEERSE MEER		l	m	(l-m)	t
temperatuur	(°C)	15,93	15,86	0,14	-
zuurstofgehalte	(mg/l)	10,43	10,23	0,35	-
totaal fosfaat	(mg/l)	0,51	0,49	0,27	*
ammonium	(mg/l)	0,08	0,07	0,005	-
nitriet + nitraat	(mg/l)	0,41	0,33	0,08	-
silicium	(mg/l)	2,21	2,20	0,04	-
part.org.koolstof	(mg/l)	1,29	1,11	0,135	*
Chlorophyl	(µg/l)	10,38	9,81	0,115	-
GREVELINGENMEER					
temperatuur	(°C)	12,43	12,07	0,21	*
zuurstofgehalte	(mg/l)	9,52	9,40	0,19	*
totaal fosfaat	(mg/l)	0,26	0,25	0,01	*
ammonium	(mg/l)	0,07	0,06	0,01	*
nitriet + nitraat	(mg/l)	0,14	0,16	-0,01	*
silicium	(mg/l)	0,50	0,50	0,04	*
part.org.koolstof	(mg/l)	0,60	0,66	-0,01	-
Chlorophyl	(µg/l)	3,06	3,37	-0,36	-

		Oosterschelde	Eemmeer
temperatuur	(°C)	12,5	11
zuurstofgehalte	(mg/l)	9,15	10,9
totaal fosfaat	(mg/l)	0,09	1,31
ammonium	(mg/l)	0,08	0,71
nitriet + nitraat	(mg/l)	0,53	2,22
silicium	(mg/l)	0,34	4,43
part.org.koolstof	(mg/l)	1,14	5,7
Chlorophyl	(µg/l)	6,03	195,53

De opening in de dam van de indirecte bescherming zorgt onder meer voor de verversing van het door de bescherming ingesloten water.



Waterkwaliteitsbepalingen kunnen helaas niet overal met geavanceerde meet-schepen worden uitgevoerd.



Waterkwaliteit

Door het aanleggen van een indirecte oeverbescherming op de vooroever wordt het water van de ondiepe oeverzone (voor een groot deel) gescheiden van het water van de rest van het meer. Dit kan een aantal nadelige gevolgen hebben voor de waterkwaliteit in deze ondiepe oeverzone, zoals een sterke stijging van de temperatuur en ophoping van voedingsstoffen. Hierdoor kan een overmatige fytoplanktonbloei ontstaan. Bij het afsterven van deze planktonbloei kan zuurstofloosheid optreden, waardoor ook het dierlijk leven zal afsterven en de kans op botulisme wordt vergroot. Verder kan het afsterven gepaard gaan met stankoverlast.

Ter bevordering van de wateruitwisseling (en de uitwisseling van organismen) zijn daarom bij de aanleg openingen in de indirecte oeverbeschermingen uitgespaard. Deze openingen zijn in het Veerse Meer 10 tot 50 m breed met een onderlinge afstand van 80 tot 175 m en in het Grevelingenmeer 20 m breed met een onderlinge afstand van 180 m. De afstanden tussen de oeverlijn en de bescherming liggen tussen de 5 en 400 m. Om te onderzoeken of de aangelegde openingen voldoende zijn voor een goede waterkwaliteit binnen de bescherming, zijn in beide meren gedurende een jaar op verschillende plaatsen een 20-tal waterkwaliteitskenmerken aan weerskanten van de indirecte bescherming bepaald. Een aantal van deze kenmerken vertoont grote verschillen tussen de seizoenen (o.a. temperatuur en Chlorophyl-gehalte). Daarom is onderzocht of de waarden per meting aan weerskanten van de dammen verschillen. In de tabel worden de jaargemiddelden van de belangrijkste kenmerken gegeven en het gemiddelde verschil per meting.

Er blijkt weinig verschil te bestaan tussen de waterkwaliteit(skenmerken) aan weerskanten van de bescherming. Voor een aantal kenmerken waren de verschillen tussen de plaatsen zelfs groter dan op dezelfde plaats aan weerskanten van de bescherming. In de enkele gevallen dat er wel aantoonbare verschillen zijn geconstateerd (zie tabel), waren deze klein en wezen ze niet op een belangrijk verschil in waterkwaliteit tussen het water aan weerskanten van de bescherming.

Uit het onderzoek is verder gebleken, dat het water in beide meren in het voorjaar (aan het einde van de eerste planktonbloei) en soms ook aan het einde van de zomer niet verzadigd is met zuurstof. Dit zuurstoftekort is op vrijwel alle onderzochte plaatsen aan weerskanten van de indirecte bescherming gevonden. Echte zuurstofloosheid of erg lage zuurstofgehalten zijn niet gemeten, zodat dit niet direkt een gevaar voor vissen en bodemleven oplevert.

EFFEKTEN VAN BESCHERMINGSMAATREGELEN

De morfologische processen en het voorkomen van vogels verschillen duidelijk tussen de diverse beschermingstypen. Bij het onderwaterleven en de oevervegetatie speelt een aantal andere factoren, zoals de waterdiepte, de aanwezigheid van stenen (bij meerdere typen) en het zoutgehalte van het grondwater, een minstens even belangrijke rol. Hierdoor is er meestal geen duidelijk direct verband tussen de samenstelling van het onderwaterleven en de vegetatie enerzijds en de verschillende beschermingstypen anderzijds. Bij de bespreking van de effecten worden de onderscheiden beschermingstypen afzonderlijk behandeld, en worden de verschillen en overeenkomsten met andere typen aangegeven.

a. Direct beschermde oevers

geomorfologie

Door de aangebrachte directe bescherming, meestal in de vorm van grind of steenstort, soms (bij recreatie-oevers) in de vorm van grindasfaltbeton, is de afkalving van de oeverlijn gestopt. Daar de golfwerking zich, in afnemende mate, ook in de diepte voortzet, treedt er vooral bij de teen van de directe bescherming wel erosie op van de vooroever. Deze erosie, die zo'n 0,04 tot 0,08 m per jaar bedraagt, neemt in de loop der jaren echter geleidelijk af. Op het ogenblik varieert de diepte bij de teen van de directe bescherming in het Grevelingenmeer (waterpeil NAP -0,20 m) tussen NAP -0,8 m en NAP -1,1 m en in het Veerse Meer tussen NAP -1,3 m en NAP -1,6 m. De grotere verdieping in het Veerse Meer staat in verband met de verlaging van het waterpeil in de winter, waardoor dan op een lager niveau erosie plaatsvindt. Bij de aanleg varieerde de diepte ter plaatse in beide meren tussen NAP -0,5 m en NAP -0,9 m.

vogels

In biologisch opzicht worden de direct beschermde oevers vooral gekenmerkt door het vrijwel afwezig zijn van vogels. Door het snel diep worden van het water en de abrupte overgang tussen land en water zijn deze oevers niet aantrekkelijk voor steltlopers, die hun voedsel (bodemdieren) in zeer ondiep water moeten bemachtigen. Ook ontbreekt de ondiepe zone voor grondelende eenden, ganzen en zwanen, die hun voedsel (bodemdieren of wieren en zeegras) in water met een diepte tot ongeveer 0,5 m of 1 m zoeken. Bovendien is het water vlak voor de directe bescherming meestal nogal onrustig en niet geschikt als rustplaats voor ganzen en de verschillende soorten eenden.



Hoge oever met een directe bescherming van asfalt in een recreatieterrein (Veerse Meer) met alleen een grasvegetatie op de oever (vegetatietype D).



De stenen van de aangelegde beschermingen bieden plaats aan een geheel eigen, soorten rijke levensgemeenschap, die zonder deze stenen niet kan bestaan.

Lage oever in het Veerse Meer met een directe bescherming op de zomeroverlijn. De vegetatie bestaat uit een zone met zoutgras (donkergroen) gevolgd door een brakke zone met fioringras (grijsgroen) en een recreatiwei, die regelmatig wordt gemaaid (vegetatietype B).



onderwaterleven

Onder water daarentegen heeft zich op de meestal uit stenen bestaande bescherming een rijke en gevarieerde levensgemeenschap ontwikkeld met een groot aantal soorten wieren en van nature vastgehecht levende dieren als zeepokken, mosselen, oesters en diverse soorten anemonen en sponzen. Ook in het zand vóór de directe bescherming is het bodemleven goed ontwikkeld.

oevervegetatie

De vegetatie-ontwikkeling is sterk afhankelijk van de hoogte van de oever en de ligging ten opzichte van de wind en daarmee van de bereikbaarheid voor zout spatwater. Bij een hoge oever ontbreekt een zoutvegetatie of is deze zeer smal en bestaat dan voornamelijk uit een ijle begroeiing tussen de stenen van de oeverbescherming. Op plaatsen waar veel materiaal aanspoelt is de ijle zoutvegetatie gemengd met planten kenmerkend voor aanspoelselgordels. Op lagere oevers is de zoutvegetatie onder invloed van wind en golven vaak tot een paar meter breed en veel dichter. Op grotere afstand van het water wordt de samenstelling van de vegetatie meestal door andere factoren beïnvloed, zoals de snelheid van de ontziltiging van het grondwater na de afsluiting, betreding door recreatie, beweiding en periodiek maaien.

b. Indirekt beschermde oevers.

geomorfologie

Bij een indirecte bescherming door een grinddam -in het Grevelingenmeer vaak naderhand verzwaard met een stortstenen kap- is de oeverlijnerosie meestal sterk gereduceerd en teruggebracht van waarden van maximaal ca. 10 m per jaar naar minder dan één tot enkele meters per jaar. Er blijkt een duidelijk verband te bestaan tussen de mate van oeverafslag en de afstand van de oeverlijn tot de indirecte bescherming. Bij afstanden kleiner dan 80 meter is de afslag, met uitzondering van sterk aan golfaanval blootstaande plaatsen, meestal te verwaarlozen. Bij grotere afstanden neemt de oeverlijnerosie snel toe en kan een klifje ontstaan. Veelal wordt dan alsnog een summiere directe bescherming aangelegd en behoren de oevers tot oevertype c.

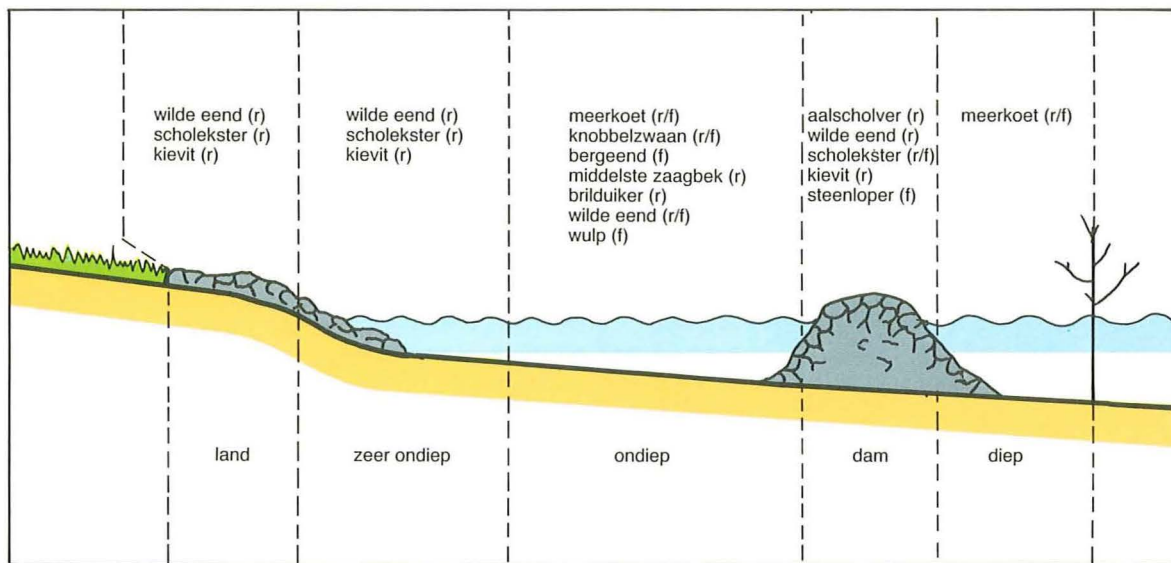


Voorbeeld van een indirecte bescherming in het Grevelingenmeer.

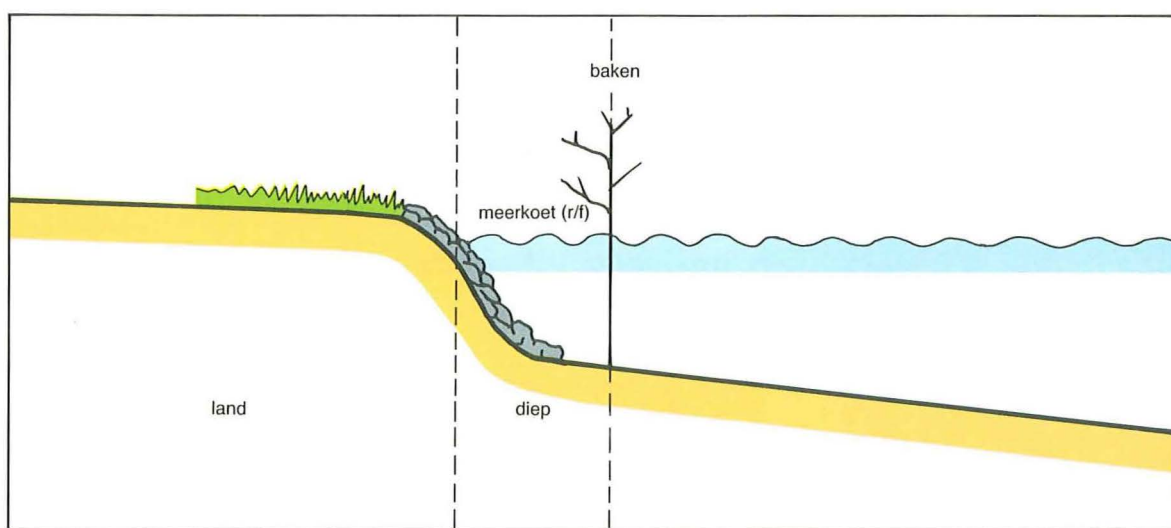
De vogels langs de oevers van het Veerse Meer en het Grevelingenmeer

De aanwezigheid van de diverse vogelsoorten langs de oevers is sterk afhankelijk van de vorm van de oever en daarmee van de toege-

paste oeverbescherming. De meeste steltloper-soorten en een groot deel van de eendachtigen komen alleen voor op oevers met een flauw-hellend verloop en de aanwezigheid van een zeer ondiepe zone. Zowel deze zeer ondiepe, meestal voedselrijke zone als de aangrenzende, meestal kale strook land zijn zeer in trek als voedsel en rustgebied. Vooral in het Veerse

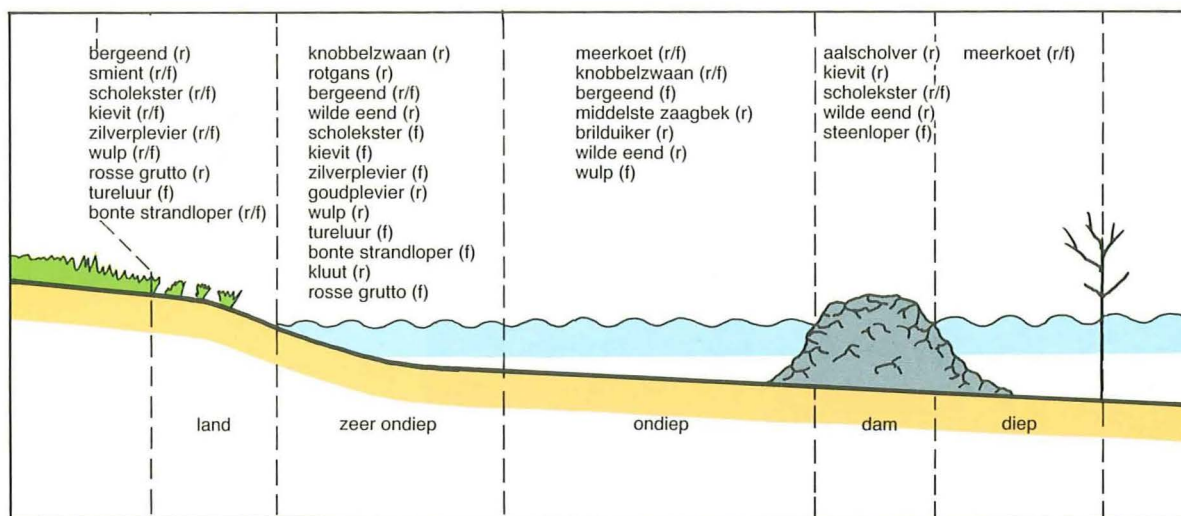


Vogels van indirect en direct beschermde oevers

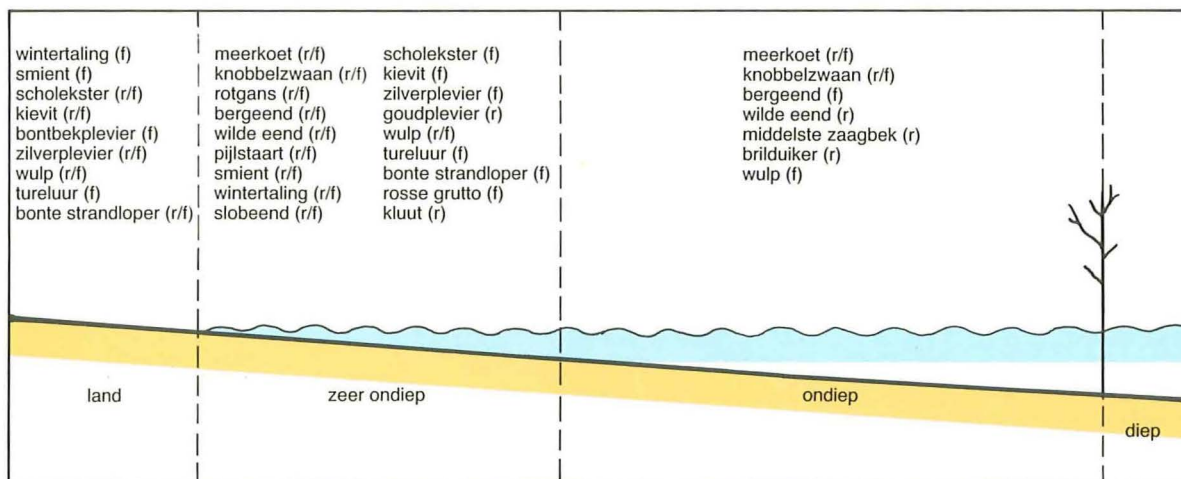


Vogels van direct beschermde oevers

r = rusten
f = fourageren



Vogels van indirect beschermde oevers



Vogels van onbeschermde oevers

r = rusten
f = fourageren

Meer doen de onbeschermde en indirect beschermde oevers dienst als hoogwatervluchtplaats voor vogels uit de Oosterschelde. Op de iets diepere delen worden, vooral in het Veerse Meer, plantenetende vogels aangetroffen. Deze voeden zich met de grote hoeveelheden zee-sla. De dammen van de indirecte bescherming

doen vaak dienst als rustplaats voor met name aalscholvers, die in het diepe water aan de buitenkant van de bescherming vissen. Op oevers met tenminste een directe bescherming, vaak samengaan met het ontbreken van een ondiepe oeverzone, komen zeer weinig vogels voor.

Ter hoogte van de openingen in de indirecte bescherming treedt, ook bij een korte afstand tussen oever en oeverbescherming, wel oeverafslag op. Het geërodeerde materiaal wordt dan meestal in de luwte tussen twee openingen weer op de oever afgezet. Door achter de openingen een eenvoudige direkte bescherming op de oeverlijn aan te leggen is deze afslag op veel plaatsen verholpen. Evenals bij de direkte bescherming treedt aan de buitenkant van de indirecte bescherming vooral bij de teen erosie van de vooroever op. Deze erosie is bij dit type zelfs nog groter, zodat de diepte van de vooroever in het Grevelingenmeer plaatselijk al is opgelopen tot NAP -2,5 m.



Het zeer ondiepe water, alleen bij niet direct beschermde oevers aanwezig, wordt door veel steltlopers, zoals deze kluten, gebruikt als rust- en fourageergebied.

vogels

De aanwezigheid van een geleidelijk aflopende oever en rustig ondiep water achter de bescherming maakt deze gebieden aantrekkelijk voor veel eendachtigen, ganzen en steltlopers, die hier rusten of fourageren (= voedselzoeken) op bodemdieren, wieren of zeegras. Ook de bescherming zelf wordt als rustplaats gebruikt (aalscholver en kievit), of om te fourageren (steenloper en scholekster; n.b. ook meeuwen maken gebruik van de bescherming, maar zijn niet bij het vogelonderzoek betrokken). Door de geringe waterdiepte zijn deze gebieden, samen met de ondiepe gebieden langs onbeschermden oevers, de enige plaatsen in het meer, waar de in het slik levende bodemdieren (vooral kleine wormen) als voedselbron zelfs voor kleinere steltlopers als bonte strandloper, tureluur, bontbekplevier en zilverplevier bereikbaar zijn.

onderwaterleven

De ondiepe gebieden zijn in het Grevelingenmeer rijk aan bodemleven. In het Veerse Meer, waar deze gebieden in de winter gedurende lange tijd droogstaan, kan het bodemleven zich slechts matig ontwikkelen. Een aantal belangrijke, grote, meerjarige prooidieren als de wadpier en de kokkel ontbreken hierdoor. Toch kunnen deze gebieden in de periode direct na het droogvallen belangrijk zijn als fourageergebied voor vogels. Het onderwaterleven op de stenen van de bescherming is vooral aan de meerzijde in dieper water nagenoeg gelijk aan dat van direct beschermde oevers, met een gevarieerde levensgemeenschap van wieren en vastgehecht levende dieren.



Bij zeer flauw aflopende, onbeschermden of indirect beschermde oevers wordt de vegetatie vaak voorafgegaan door een kale strook, die onder bepaalde omstandigheden (bv. storm) onder water kan komen te staan.

De donkere hoopjes duiden op een rijk bodemleven in ondiep water.



oevervegetatie

Door de flauwe helling en lage ligging staat de vegetatie van indirect beschermde oevers, en die van onbeschermde oevers, ook op grote afstand van de oeverlijn vaak nog sterk onder invloed van zout grondwater. De vegetatie op deze oevers bestaat uit een -in het Grevelingenmeer soms zeer brede gordel van zoutvegetaties met planten als zee-kraal, melkkruid, kweldergras, zeeaster en zilte schijnspruie. Verder van de oeverlijn af komen vooral in het Veerse Meer ook al snel minder aan zout gebonden planten als fioingras, rood zwenkgras, hertschoornweegbree en zeebies voor. Op zeer geleidelijk aflopende oevers is er tussen de oeverlijn en de zoutvegetatie vaak nog een brede meestal vrijwel kale zone, die vooral bij steltlopers erg in trek is als fourageer en rustgebied.

c. Indirekt en direkt beschermde oevers.

Hiertoe worden gerekend de indirect beschermde oevers waarbij toch nog oeverafslag optrad, zodat er later een summiere direkte bescherming van grind op de oeverlijn is aangebracht, en de oevers van het Veerse Meer met zowel een direkte bescherming op de oeverlijn bij het

Indirekt beschermde oever met een smalle door aanspoelsel verrijkte zone begroeid met o.a. zeemelkdistel, reukloze kamille en strandkweek (Grevelingen, vegetatietype III).



zomerpeil als bij het winterpeil. Vooral bij de direkte bescherming van de oeverlijn bij zomerpeil zijn veel verschillende materialen gebruikt, variërend van fijn grind en schelpen in natuurgebieden tot grindasfalt-beton in recreatieterreinen. De oeverbescherming op de winteroever bestaat doorgaans uit grof grind en staat bij het zomerpeil geheel onder water (dit wordt ook wel een grindmatras genoemd).



Veerse Meer, de stenen van de direkte bescherming zijn rijk begroeid.

geomorfologie

De gevolgen voor de bodemerosie zijn vergelijkbaar met die bij indirect beschermde oevers (zonder evenwel de plaatselijk voorkomende aanzanding op de binnenvooroever). Indien de indirecte bescherming op meer dan 100 m van de oeverlijn af ligt, kan er door de golfwerking wel enige erosie aan de teen van de direkte bescherming optreden.

vogels

Door het ontbreken van het meest ondiepe deel van de vooroever met een geleidelijke en dynamische overgang naar het land is dit type oever minder geschikt als rust en fourageergebied voor vogels. Vooral kleine steltlopers ontbreken hier. Slechts grotere soorten als knobbelzwaan, wulp, scholekster, kievit, bergeend en wilde eend zijn op dit type oeveresignaleerd, naast de soorten die de indirecte bescherming zelf als rust en fourageergebied gebruiken en de meerkoet, die langs alle oevertypen is waargenomen.

onderwaterleven

Hoewel de zeer ondiepe delen ontbreken, verschilt de situatie voor de bodemorganismen nauwelijks met die van uitsluitend indirect beschermde oevers. Ook hier is vooral in het Grevelingenmeer een rijk bodemleven en in beide meren een rijke en gevarieerde begroeiing op de stenen van de indirecte bescherming aanwezig. Door de geringere waterdiepte en de voortdurende waterbewegingen zijn de doorgaans kleine stenen van de direkte bescherming meestal veel minder begroeid.

Lage oever in het Veerse Meer met een direkte bescherming op de zomeroeverlijn. De vegetatie bestaat uit een smalle zone van voornamelijk spiesmelde (rood) en strandkweek op aanspoelsel, hier gevolgd door duindoornstruweel (vegetatietype C, zonder grasvegetatie).



oevervegetatie

Voor de vegetatie geldt grotendeels hetzelfde als bij de direkt beschermde oevers is beschreven. Op hoge oevers geen zoutvegetatie, op lagere oevers meestal slechts een ijle begroeiing van zoutplanten tussen de stenen van de direkte bescherming en op erg lage oevers een ijle begroeiing op en een bredere aaneengesloten gordel van zoutplanten achter de summiere direkte bescherming.

Bij zandige oevers wordt vaak een rietvegetatie aangetroffen. Door de goede natuurlijke afwatering is op deze plaatsen (die soms ook bij indirect of onbeschermden oevers voorkomen) het grondwater al snel na de afsluiting tot aan de oeverlijn verzoet, terwijl plaatselijk zelfs een zoetwaterbel onder het brakke of zoute meerwater is ontstaan.

d. Onbeschermden oevers

geomorfologie

Op de meeste nu nog onbeschermden oevers treedt slechts weinig erosie op. Het betreft hier beschut gelegen oevers (b.v. expositie op het oosten), of oevers met een zeer brede (meer dan 800 m) en ondiepe vooroever (zoals langs het noordelijke deel van de Slikken van Flakkee). Met name op deze laatste oevers kunnen door geringe peilschommelingen, b.v. als gevolg van harde wind, soms grote oppervlakten met zout water worden overspoeld.



Door de aanwezigheid van een zoetwaterbel heeft zich plaatselijk een rietvegetatie kunnen ontwikkelen (Veerse Meer, vegetatietype A; Grevelingenmeer, type IV).

Tabel 1.

waterdiepte in m zomerpeil profiel		-6,0	-1,2	-1,0	-0,7	0
Latijnse naam		Nederlandse naam				
Nereis diversicolor	zeeduizendpoot					
Heteromastus filiformis	draadworm					
Polydora spec.	(kokerworm)					
Idotea chelipes	zeeuwse zeepissebed					
Mya arenaria	strandgaper					
Arenicola marina	wadpier					
Cerastoderma glaucum	brakwater kokkel					
Corophium spec.	slijkgarnaal					
Microdeutopus spec.	vlokreft					
Sphaeroma hookeri	oprolpissebed					
Hydrobia ulvae	wadslakje					
Praunus flexuosus	aasgarnaal					
Ulva lactuca	zeesla					
Gobius niger	zwarte grondel					
Callithamnion spec.	boompjeswier					
Chaetomorpha linum	(groenwier)					
Balanus spec.	zeepok					
Carcinus maenas	strandkrab					
Ceramium rubrum	horentjeswier					
Rithropanopeus harrissii	zuiderzeekrab					
Mytilus edulis	mossel					
Cladophora spec.	(groenwier)					
Enteromorpha	darmwier					
Littorina littorea	alijkruik					
Electra crustulenta	(mosdier)je					
Chondrus crispus	iers mos					
Tharyx marioni	(kokerworm)					
Nemertina	snoerworm					
Pygospio elegans	(kokerworm)					
Oligochaeta	(worm)					

— regelmatig voorkomend
 - - - plaatselijk voorkomend
 z alleen in zomer en najaar

(vet = op vaste ondergrond,
 soms zeesla, groeiend)

N.B. In de zones tussen -0,7 tot -1 en -1,2 tot -6 m komen veel losliggende begroeide stenen voor.

Tabel 2.

waterdiepte in m profiel		-1,2	-1,0	-0,30	0
Latijnse naam		Nederlandse naam			
Nereis diversicolor	zeeduizendpoot				
Arenicola marina	wadpier				
Polydora ligni	(kokerworm)				
Heteromastus filiformis	draadworm				
Scoloplos armiger	wapenworm				
Capitella capitata	(worm)				
Oligochaeta	(worm)				
Hydrobia ulvae	wadslakje				
Tharyx marioni	(kokerworm)				
Pygospio elegans	(kokerworm)				
Corophium spec.	slijkgarnaal				
Anatides mucosa	dieselreinworm				
Zostera marina	groot zee gras				
Crangon crangon	garnaal				
Idotea chelipes	zeeuwse zeepissebed				
Gammarus spec.	vlokreft				
Microdeutopus spec.	vlokreft				
Spio filicornis	(kokerworm)				
Eteone longa	(worm)				
Mya arenaria	strandgaper				
Nassarius reticulatus	gevlachte fuikhoren				
Cerastoderma spec.	kokkel				
Praunus flexuosus	aasgarnaal				
Nereis virens	zager				
Nephtys hombergii	zandzager				
Harmothoe spec.	zeerups				
Crepidula fornicata	multje				
Littorina littorea	alijkruik				
Carcinus maenas	strandkrab				
Sagartiogeton undata	wedueroos				
Bryopsis hydnoides	vederwier				
Mytilus edulis	mossel				
Ostrea edulis	oester				
Ciona intestinalis	doorzichtige zakpijp				
Ascidella aspersa	zakpijp				
Styela clava	japanse zakpijp				
Gobius niger	zwarte grondel				
Botryllus schlosseri	geleikorst				
Callithamnion spec.	boompjeswier				
Asterias rubens	zeester				
Chondrus crispus	iers mos				
Ulva lactuca	zeesla				
Metridium senile	zeeanjelier				
Balanus spec.	zeepok				
Codium fragile	viltwier				
Halichondria panicea	broodspoon				
Cladophora spec.	(groenwier)				

- - - regelmatig voorkomend
 — plaatselijk voorkomend

(vet = alleen op vaste
 ondergrond groeiend)

Tabel 1. De zonering van het onderwaterleven langs de oevers van het Grevelingenmeer. Bij de aanwezigheid van een extra directe bescherming ontbreekt de zone tussen 0 en -0,3 m en bij alleen een directe bescherming vaak ook de daarop volgende zone.

Tabel 2. De zonering van het onderwaterleven langs de oevers van het Veerse Meer. Bij een enkele directe bescherming ontbreekt de zone tussen 0 en -1 m.



Op het eerste gezicht lijkt het slik erg arm (boven), na het verwijderen van de bovenste laag blijken er kokkels en talloze kokerwormen in het slik te leven.



Grevelingenmeer, door het hogere zoutgehalte is de begroeiing op de stenen gevarieerder dan in het Veerse Meer.



De zonering van het onderwaterleven in het Grevelingenmeer en het Veerse Meer

Het dierenleven van de zandige bodem verandert in beide meren duidelijk naarmate de waterdiepte toeneemt. Deze verandering betreft in het Grevelingenmeer vooral de soortensamenstelling (tabel 1) en in het Veerse Meer zowel de soortensamenstelling als de hoeveelheid (tabel 2 en 3). Deze verandering in hoeveelheid is het duidelijkst aan het einde van de winter en wordt veroorzaakt door de grote daling in de zone, die in de winter als gevolg van de peilverlaging droog staat. Deze daling is het gevolg van consumptie door vogels kort na het droogzetten (de bodemdieren zijn nu gemakkelijk bereikbaar) en sterfte als gevolg van het langdurig droog staan. Het merendeel van de in de zomer aanwezige soorten verdwijnt in de winter zelfs helemaal uit deze zone. In het Grevelingenmeer blijft een grote daling in de hoeveelheid in de winter beperkt tot de ondiepe randen langs het meer (tabel 3; 0 tot -0,3 m). Naast de zonering in de bodem is er een groot verschil in soortensamenstelling tussen het leven in de zandige bodem en op de stenen van de bescherming (tabel 1 en 2). Deze zeer verschillende milieus hebben elk hun eigen kenmerkende planten en dierenwereld.



Doorzichtige zakpijp.

waterdiepte (zomerpeil) in m	0 tot -0,7	-0,7 tot -2,5	0 tot -0,3
Grevelingenmeer aug/sept 1983 maart 1984	30,27 (n=27) 22,02 (n=30)	45,64 (n=13) 37,44 (n=29)	27,82 (n=13) 12,97 (n=16)
Veerse Meer aug/sept 1983 maart 1984	23,95 (n=27) 8,22 (n=32)	35,70 (n=29) 44,87 (n=43)	

Tabel 3. De gemiddelde hoeveelheid bodemdieren (hier uitgedrukt in gram asvrij drooggewicht per m) van gebieden met een waterdiepte tot -0,7 m (gedurende de winter in het Veerse Meer droogstaand) en gebieden met een waterdiepte tussen -0,7 en -2,5 m in de periodes augustus/september 1983 en maart 1984.
n = aantal bepalingen.



Naarmate het water dieper wordt en er minder licht op de bodem doordringt, verdwijnt de wierbegroeiing. Op 6 meter diepte zijn er hier nog maar enkele toefjes rood- en groenwier aanwezig.



Rijke begroeiing met rietorchissen.



Moeraswespenorchis.



Bitterling.



Duizendguldenkruid.



Duinvalleivegetatie met uitbundig bloeiend sierlijk vetmuur.

vogels en onderwaterleven

De beschutte ligging en de aanwezigheid van een (zeer) ondiepe, voedselrijke vooroever maakt dit oevertype erg geschikt als rust en fourageergebied voor een groot aantal vogelsoorten. In het Grevelingenmeer bestaat het voedselaanbod voornamelijk uit bodemdieren en zeegras, in het Veerse Meer uit zeesla. In het Veerse Meer is de betekenis van de vooroever als fourageergebied voor vogels het grootst in de periodes direct volgend op het droogvallen van het slik bij de instelling van het winterpeil. Dit gebeurt in twee stappen, augustus en oktober, waarbij achtereenvolgens 120 en 160 ha slik droog komen te liggen. Ook het in de zomer voor vogels te diep gelegen deel van de vooroever wordt nu bereikbaar. Vooral plantenetende vogels worden door de grote hoeveelheden deels drooggevallede zeesla aangetrokken.



Veerse Meer, de in het najaar droogvallende zeesla is een belangrijke voedselbron voor rotganzen.

oevervegetatie

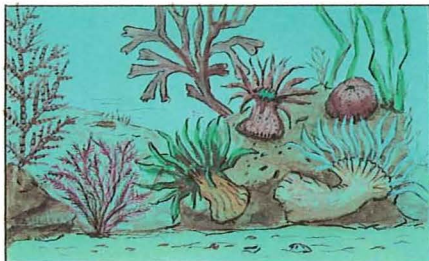
De vegetatie van deze oevers komt grotendeels overeen met die van de flauwhellende indirect beschermde oevers en bestaat dus voornamelijk uit een brede gordel van zoutvegetatie, overgaand in een gemengde brakke tot zoete vegetatie. Vooral in het Grevelingenmeer komen in deze laatste zone vaak zeldzame soorten voor kenmerkend voor de steeds schaarser wordende duinvallivegetaties. Het betreft hier soorten als bitterling, waterpunge, krielparnassia, duizendguldenkruid en enkele soorten orchideeën als moeraswespenorchis en rietorchis. Ook hier wordt de vegetatie op zeer geleidelijk oplopende oevers vaak vooraf gegaan door een brede meestal vrijwel kale zone, die zeer in trek is als rust en fourageergebied bij steltlopers.

Eisen vanuit verschillende gezichtspunten aan oevers gesteld.

- Beheerder:**
1. Instandhouding van de oeverlijn.
 2. Instandhouding van de vooroever.
 3. Aanleg en onderhoud van oeverbeschermingen tegen zo laag mogelijke kosten



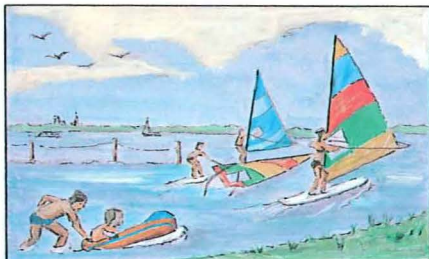
- Vogels:**
1. Behoud van flauw aflopende oevers met een kale of vrijwel kale oeverstrook zonder of met slechts een zeer summiere directe bescherming, die de geleidelijke overgang tussen land en water nauwelijks beïnvloedt (fourageren, rusten, broeden)
 2. Hieraan grenzende rustige, brede (min. 100 m), ondiepe (0 tot 0,8 m) vooroevers (fourageren, rusten).
 3. Geen of slechts weinig verstoring.



- Onderwaterflora en -fauna:**
1. Behoud van de rijke ondiepe delen (tot 1 m) die een belangrijke schakel vormen voor het leven in de rest van het meer.
 2. Aanwezigheid van stenen als substraat voor daarop levende organismen.
 3. Behoud van ondiepe vooroevers waar zich zeegrasvegetaties kunnen ontwikkelen.
 4. Behoud van een goede waterkwaliteit en contact met de rest van het meer in de (gedeeltelijk) afgesloten delen achter de indirecte bescherming.



- Vegetatie:**
1. Behoud van meestal vrij laaggelegen, slecht afwaterende of af en toe overspoelende gebieden waar zeldzame vegetaties tot ontwikkeling (kunnen) komen.
 2. Behoud van ondiepe vooroevers langs goed afwaterende en snel verzoetende gebieden waar zich riet- en biezenvvegetaties kunnen ontwikkelen.
 4. Beperkt beheer in de vorm van extensieve beweiding of jaarlijks eenmaal maaien om de vorming van ondoordringbare, voornamelijk uit duindoorn bestaande vegetaties op de drooggevalen platen tegen te gaan.



- Recreatie:**
1. Goede toegankelijkheid van het gebied.
 2. Goede toegankelijkheid van het water (geen steile, gladde oevers en geen losse, scherpe stenen).
 3. Aanwezigheid van ondiep water (kinderen, surfers).
 4. Regelmatig gemaaide aangepaste vegetatie hoger op de oever (recreatiweiden).
 5. Afwisselend landschapsbeeld.
 6. Diepe vooroever bij steigers.
 7. Goede toegankelijkheid van de bescherming voor vissers.

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De morfologische en biologische evaluatiestudies hebben belangrijke inzichten opgeleverd voor het toekomstige oeverbeschermingsbeleid in het Veerse Meer en het Grevelingenmeer en in andere afgesloten zeearmen en grote meren. Dit geldt in het bijzonder voor de resultaten van het erosie-onderzoek. Op grond van dit onderzoek zijn een aantal modellen ontwikkeld, waarmee op basis van het zandtransport en rekening houdend met de aanwezigheid van oeverbeschermingen de diepte-ontwikkeling van vooroevers kan worden berekend.



Het zand achter de opening van een indirecte bescherming is geërodeerd en hier, achter de dam weer gesedimenteerd. Het nieuw gevormde slik is begroeid met een pioniervegetatie van wier en zoutplanten.

Getoetst aan de voorwaarden waaraan een oever vanuit verschillende gezichtspunten moet voldoen, blijken oevers met een laag oeverland en een ondiepe vooroever met een zo natuurlijk mogelijke, geleidelijke overgang tussen beide het aantrekkelijkst te zijn. Daarom moet geprobeerd worden dit type oever zoveel mogelijk te behouden, zonder de oeverlijn zelf aan te tasten. De beste mogelijkheid hiertoe biedt een zover mogelijk van de oeverlijn verwijderde indirecte oeverbescherming, voorzien van onderbrekingen om een goede wateruitwisseling met de rest van het meer te behouden. Indien toch nog beschermingsmaatregelen op de oeverlijn zelf nodig zijn, dienen deze met zo licht mogelijk en liefst doorgroeibaar materiaal te worden uitgevoerd.

Bij een te grote afstand tussen de indirecte bescherming en de oeverlijn (meer dan 80 m; op sterk geëxponeerde plaatsen al bij meer dan 30 m) kan echter erosie blijven optreden, evenals achter de openingen van een op kortere afstand aangelegde bescherming. Op plaatsen met een zeer breed oeverland is een geringe erosie minder bezwaarlijk, omdat dan een relatief klein deel verdwijnt. Dit geldt in het bijzonder als het geërodeerde materiaal elders op de oeverlijn of in het gebied tussen de oeverbescherming en de oeverlijn wordt afgezet. In het eerste geval zullen er nieuwe laag gelegen en onbegroeide plaatsen ontstaan, die zeer geschikt zijn als rustplaats voor vogels en het voortbestaan van zoute pioniervegetaties langs de oever bevorderen. In het tweede geval zal de oppervlakte aan ondiepe en zeer ondiepe gebieden toenemen en daarmee de bereikbaarheid van de daarin levende bodemdieren als belangrijke voedselbron voor vogels. Meestal zullen beide processen naast elkaar optreden, waardoor er uiteindelijk een gevarieerde oever kan ontstaan met een golvende oeverlijn, een afwisselende begroeiing en een rijkdom aan vogels.

Door op geschikte plaatsen een beschermde zanddam aan te leggen met aan de binnenkant een flauw aflopende oever kan de oppervlakte aan zeer ondiepe gebieden en aan laag gelegen, vrijwel onbegroeide gebieden uitgebreid worden. Op een dergelijke zanddam kunnen kustvogels als kluten en verschillende soorten sterns en plevieren een geschikte broedplaats vinden. Bij het speciaal voor deze vogels inrichten van oeverzones dient wel rekening te worden gehouden met het eventueel noodzakelijke beheer, bijvoorbeeld het periodiek verwijderen van vegetatie, en dient ook mogelijke verstoring door recreanten in goede banen te worden geleid.

Gemiddeld blijken er weinig verschillen te bestaan in kosten tussen een technische (= directe) en een milieuvriendelijkere (= indirecte) bescherming. Over het algemeen zullen plaatselijke omstandigheden bepalen welk type het voordeligst is. Verdedigde zanddammen zijn over het algemeen veel duurder en dienen alleen dan gerealiseerd te worden, wanneer dat uit oogpunt van beheer en/of inrichting wenselijk is.

De waterkwaliteit aan de binnenkant van de indirecte bescherming wijkt nauwelijks af van de waterkwaliteit in de meren zelf. Op grond van dit gegeven is in het Grevelingenmeer een aantal openingen in de indirecte beschermingen inmiddels gedicht, zodat erosie van de oeverlijn verder wordt beperkt.

Aanleg en onderhoudskosten.

Bij het kiezen van de meest geschikte oeverbescherming spelen naast de aan het gebied toegekende functies (o.a. natuur, recreatie) en technische aspecten (aan of afwezigheid van een ondiepe vooroever) ook financiële aspecten een rol. Naast de materiaalkosten en de gekozen constructie is vooral de bereikbaarheid van de oever bepalend voor de uiteindelijke prijs. Daar de omstandigheden wat het laatste betreft tussen de lokaties erg kunnen verschillen, is het slechts mogelijk een globale prijsvergelijking tussen de beschermingstypen te geven. De vergelijking is gebaseerd op het prijspeil van 1988 inclusief btw. Onderhoud en vervanging zijn gebaseerd op de contante waarde geldend voor een periode van 100 jaar d.w.z. het geld dat vandaag gereserveerd moet worden om gedurende 100 jaar de constructie te onderhouden en te vernieuwen. De rentevoet is gesteld op 5 %. Ter vergelijking zijn naast de kosten ook de effecten van de verschillende beschermingstypen op de belangrijkste functies gegeven. Het onbeschermd laten van de oever (verreweg de goedkoopste oplossing) is niet bij deze vergelijking betrokken, daar dit op de meeste plaatsen het verlies van het gebied tot gevolg zal hebben.

Een directe bescherming met grind of stortsteen en een indirecte bescherming blijken het goedkoopst te zijn en gemiddeld niet veel in prijs van elkaar te verschillen. De laatste is voor alle functies verreweg het aantrekkelijkst. Een directe bescherming met asfalt (ten behoeve van recreatie), een gecombineerde directe en indirecte bescherming en een zandsuppletie zijn door de grotere hoeveelheid materiaal, de constructie of het onderhoud duurder. Een verdedigde zanddam is gemiddeld veel duurder. Hier staat tegenover, dat deze duurdere beschermingstypen in vergelijking met de goedkope directe bescherming voor de meeste functies veel aantrekkelijker zijn. Bij de bouw van een verdedigde zanddam wordt zelfs een klein eiland met een nieuw stuk waardevolle oever gecreëerd. Het asfalt van directe beschermingen in recreatiegebieden blijkt door algengroei glad te worden en daardoor niet beter te voldoen dan de andere beschermingstypen. Daarnaast levert een asfaltbekleding geen positieve bijdrage aan de natuurwaarden.

De verschillen tussen de lokaties en de grote verschillen in effect van de diverse beschermingstypen op een aantal belangrijke functies maken het noodzakelijk per lokatie eerst een totaalanalyse te maken van zowel de kosten als van de meer of minderwaarde die de van toepassing zijnde functies zouden verkrijgen, alvorens tot een gefundeerde keuze van beschermingstype te komen.

	KOSTEN				FUNKTIES					
	a	b	c	d	1	2	3a	3b	3c	3d
direct beschermd (stenen)	410	40	40	490	oo	ooo	ooo	o	ooo	oo
direct beschermd (asfalt)	550	40	50	640	ooo	oo	ooo	o	ooo	oo
indirect beschermd	470	50	40	560	ooooo	oooo	oooo	oooo	ooooo	ooooo
in- + direct beschermd	550	50	50	650	oooo	oooo	oooo	oo	ooooo	ooo
verdedigde zanddam	1210	120	110	1440	ooooo	oooo	oooo	ooooo	oooo	ooooo
zandsuppletie	270	430	0	700	ooooo	ooooo	ooo	ooo	o	oo

Aanleg en onderhoudskosten van verschillende beschermingstypen en hun effect (oo) op een aantal oeverfuncties.

a = Aanlegkosten (gld per meter)
b = Onderhoud (gld per meter)
c = Vervanging (gld per meter)
d = Totaal (gld per meter)

1 = Recreatiegebied
2 = Landschaps functie
3 = Natuurgebied
a. Vissen
b. Vogels
c. Onderwaterleven
d. Vegetatie

o = onaantrekkelijk
↑ ↓
ooooo = zeer aantrekkelijk

Om een, ook uit landschappelijk oogpunt, aantrekkelijke en gevarieerde oeverbegroeiing te behouden of te verkrijgen zijn bepaalde vormen van extensief beheer noodzakelijk. onder ingrijpen zal zich namelijk op den duur op de meeste iets hoger gelegen plaatsen een ondoordringbaar, soortenarm duindoornstruweel ontwikkelen. Dit struweel zal lange tijd standhouden, alvorens zich tot een meer gevarieerd struweel te ontwikkelen.

De lage vegetatie, rijk aan soorten kenmerkend voor duinvalleien, wordt in stand gehouden door het gebied éénmaal per jaar in het najaar te maaien. Uitbreiding van het voornamelijk uit duindoorn bestaande struweel wordt hiermee tegengegaan.



Beheersmaatregelen om struweelvorming tegen te gaan en een aantrekkelijke en soortenrijke vegetatie te behouden zijn extensieve beweiding of eenmaal per jaar in het najaar maaien. Het maaisel dient daarbij te worden afgevoerd om verrijking van de bodem tegen te gaan. Beide methoden worden langs het Grevelingenmeer en het Veerse Meer op een aantal plaatsen toegepast.

De resultaten van de floristische en faunistische evaluatiestudies van het zoute Grevelingenmeer en het brakke Veerse Meer zijn door de afwijkende soortensamenstelling niet direkt van toepassing in zoete meren als het Krammer-Volkerakmeer, het Zoommeer en het Markizaatsmeer. Het principe is echter hetzelfde. Ook in zoete meren is rustig ondiep water en een geleidelijke overgang tussen land en water vanuit de natuur bezien van groot belang. In deze oeverzones kunnen ondergedoken vegetaties van waterplanten overgaand in riet en biezenvvegetaties met het daarbij behorende dierenleven optimaal tot ontwikkeling komen. Met name rietbegroeiingen kunnen daarnaast ook belangrijk zijn bij de bescherming van de oeverlijn tegen erosie.



Extensieve beweiding door Heck-runderen en andere dieren helpt de vaak zeldzame vegetaties op drooggevallen gebieden instand te houden.

RAPPORTEN VERSCHENEN IN HET KADER VAN PROJECT OEVERS

BIOLOGISCHE ASPEKTEN:

- Adriaanse, L.A., 1986. Natuurlijke en natuurtechnische oeverbeschermingen. Rijkswaterstaat, Delta-dienst hoofdafdeling Milieu en Inrichting/Dienst Getijdewateren, afd. Watersystemen, Middelburg, nota GWWS86.408.
- Adriaanse, L.A., 1989. Oeverbeschermingen en waterkwaliteit in Veerse Meer en Grevelingenmeer. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, Middelburg.
- Fortuin, A.W., 1986. Effecten van oeverbescherming (en peilbeheer) in Veersemeer en Grevelingen op bodemdieren in de oeverzone. Bureau Waardenburg b.v., Culemborg.
- Fortuin, A.W., 1986. Effecten van oeverbescherming in Veersemeer en Grevelingen op bodemflora en -fauna. Bureau Waardenburg b.v., Culemborg.
- Fortuin, A.W. & L.A. Adriaanse, 1988. De Vegetaties op de oevers van Veerse Meer en Grevelingenmeer. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, Middelburg.
- Kroon, G.J.A., 1985. Vogels, oevers en oeverbeschermingen in Veerse Meer en Grevelingenmeer. Rijkswaterstaat, Studentenrapport DDMI 02.85.
- Waardenburg, H.W., 1985. De Relatie tussen flora/fauna en verschillende oevertypen in de Grevelingen: Resultaten onderzoek 1982. Bureau Waardenburg b.v., Culemborg.
- Waardenburg, H.W., 1985. Idem: Resultaten onderzoek 1983. Bureau Waardenburg b.v., Culemborg.
- Waardenburg, H.W. & A.J.M. Meijer, 1985. De aquatische levensgemeenschappen op dertien transecten in het Veersemeer. Bureau Waardenburg b.v., Culemborg.

MORFOLOGISCHE ASPEKTEN:

- Leeuwestein, W. & P.M. Schoot, 1986. Evaluatie oevers Veermansplaat, deelrapport Ia, T.U.D.
- Leeuwestein, W. & P.M. Schoot, 1986. Evaluatie oevers Grevelingenmeer, deelrapport Ib, T.U.D.
- Leeuwestein, W. & P.M. Schoot, 1986. Evaluatie oevers: Modelontwikkeling, deelrapport II, T.U.D.
- Leeuwestein, W. & P.M. Schoot, 1986. Evaluatie oevers: Eindrapportage
- Leeuwestein, W., P.M. Schoot & D. Meurs, 1988. Evaluatie oevers Veerse Meer, deelrapport Ic, T.U.D.
- Linden, van der, M., Golfdempende constructies.

Andere geraadpleegde literatuur:

- Anonymus, 1983. Kwaliteitsonderzoek in de Rijkswateren. 1983 deel 3 en 4, 1984 deel 1 en 2 (Kwartaalrapporten). Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater, Lelystad.
- Daemen, E.A.M.J., 1985. Literatuuronderzoek met betrekking tot de ecologie van het Veerse Meer. b.v. Delta Consult, Kapelle.
- Hannewijk, A., 1988. De verspreiding en biomassa van macrofyten in het Veerse Meer, 1987. Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke, Rapporten en Verslagen 1988-2.
- Stuart, J.J., 1988. Voorkomen en voedsel van watervogels in het Veerse Meer. Rijksuniversiteit Gent/ Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, Middelburg, nota GWAO-89.2.
- Potters, H., 1988. De betekenis van het Veerse Meer als voedselgebied voor herbivore vogels in het winterhalfjaar.

Colofon

'De ontwikkeling en bescherming van oevers in afgesloten zeearmen' is een uitgave van de Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, Middelburg.

Tekst en produktie: Anne Fortuin.

Redaktie: Leo Adriaanse, Jaap Consemulder en Jon Coossen.

Vormgeving: Afdeling Visuele vormgeving, Dienst Getijdewateren, Middelburg.

Druk: Den Boer Drukkers, Middelburg.

Foto's:

Leo Adriaanse, RWS, Direktie Zeeland, Middelburg, pag 13, 15, 20 onder, 21 boven, 31o, 33

Jan van den Broeke, RWS Dienst Getijdewateren, Middelburg, foto omslag, illustraties pag. 32.

Anne Fortuin, Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke, pag 17, 23, 26 midden en links onder, 35b.

Jaap Griep, RWS, Dienst Getijdewateren, Middelburg, pag 7, 10b, 14, 30.

René Kleingeld, Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke, pag 5, 11, 26 links boven, 27, 31b.

Theo de Kogel, RWS, Dienst Getijdewateren, Middelburg, pag 26 rechts boven.

Peter Munsterman pag 31 inzet.

Annemieke van de Pluym, RWS, Dienst Getijdewateren, Middelburg, pag 26 rechts onder.

Harry van Reeken, RWS, Dienst Getijdewateren, Middelburg, pag 16b, 20b, 21o, 35o.

Cees Visser, RWS, Direktie Zeeland, Middelburg, pag 10o.

Bureau Waardenburg bv, Culemborg, pag 16o, 22, 24, 25.

Middelburg, juli 1989.
