



**de ontwikkeling  
en bescherming van oevers  
in afgesloten zeearmen**



08599

# **DE ONTWIKKELING EN BESCHERMING VAN OEVERS IN AFGESLOTEN ZEEARMEN.**

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

<b>INHOUD</b>	<b>2</b>
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. Direkt beschermde oevers	16
b. Indirekt beschermde oevers	17
<i>De vogels langs de oevers van het     Veerse Meer en het Grevelingenmeer</i>	18
c. Indirekt en direkt 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 contact 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 zoutgehalten 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.

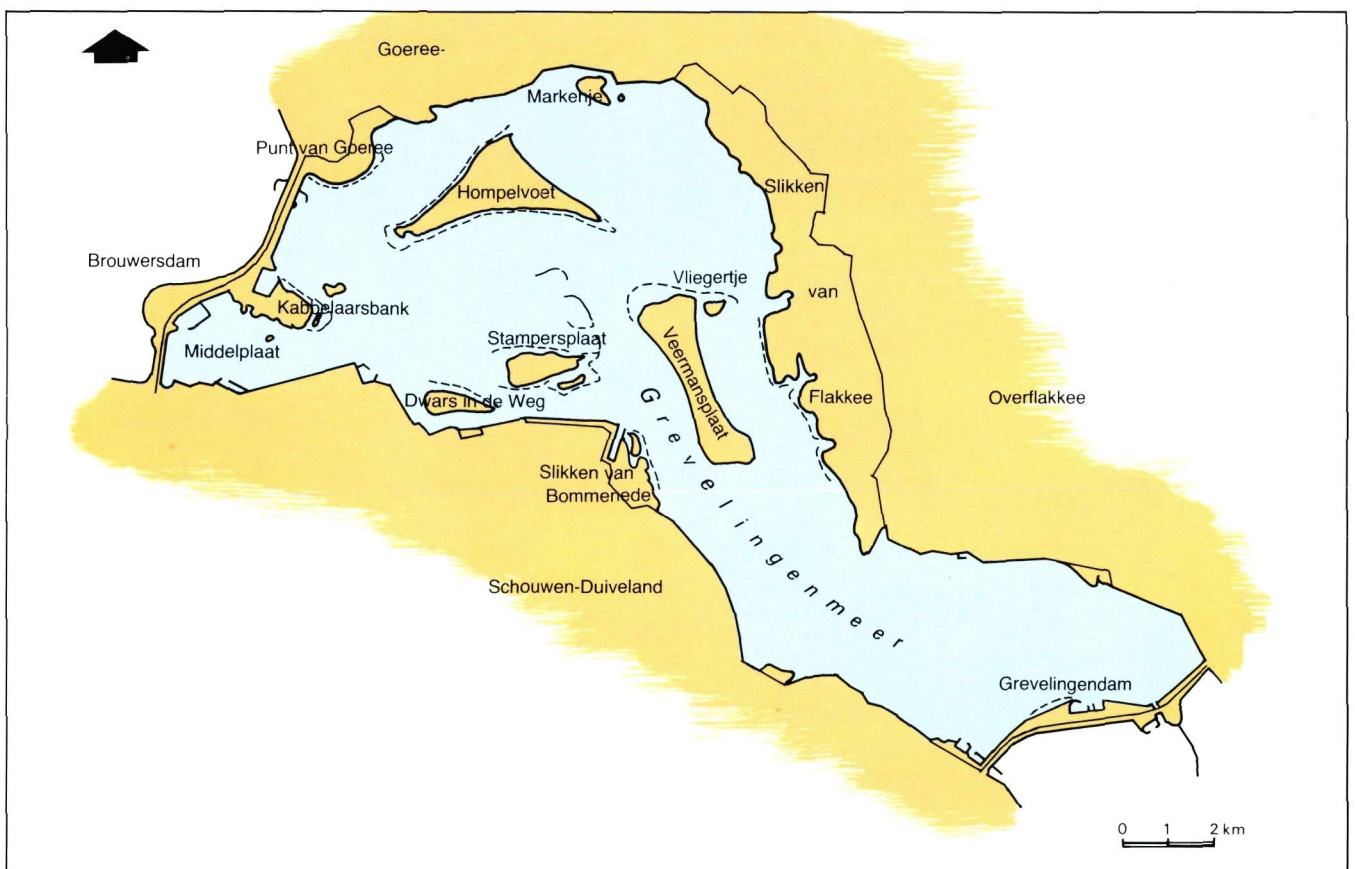
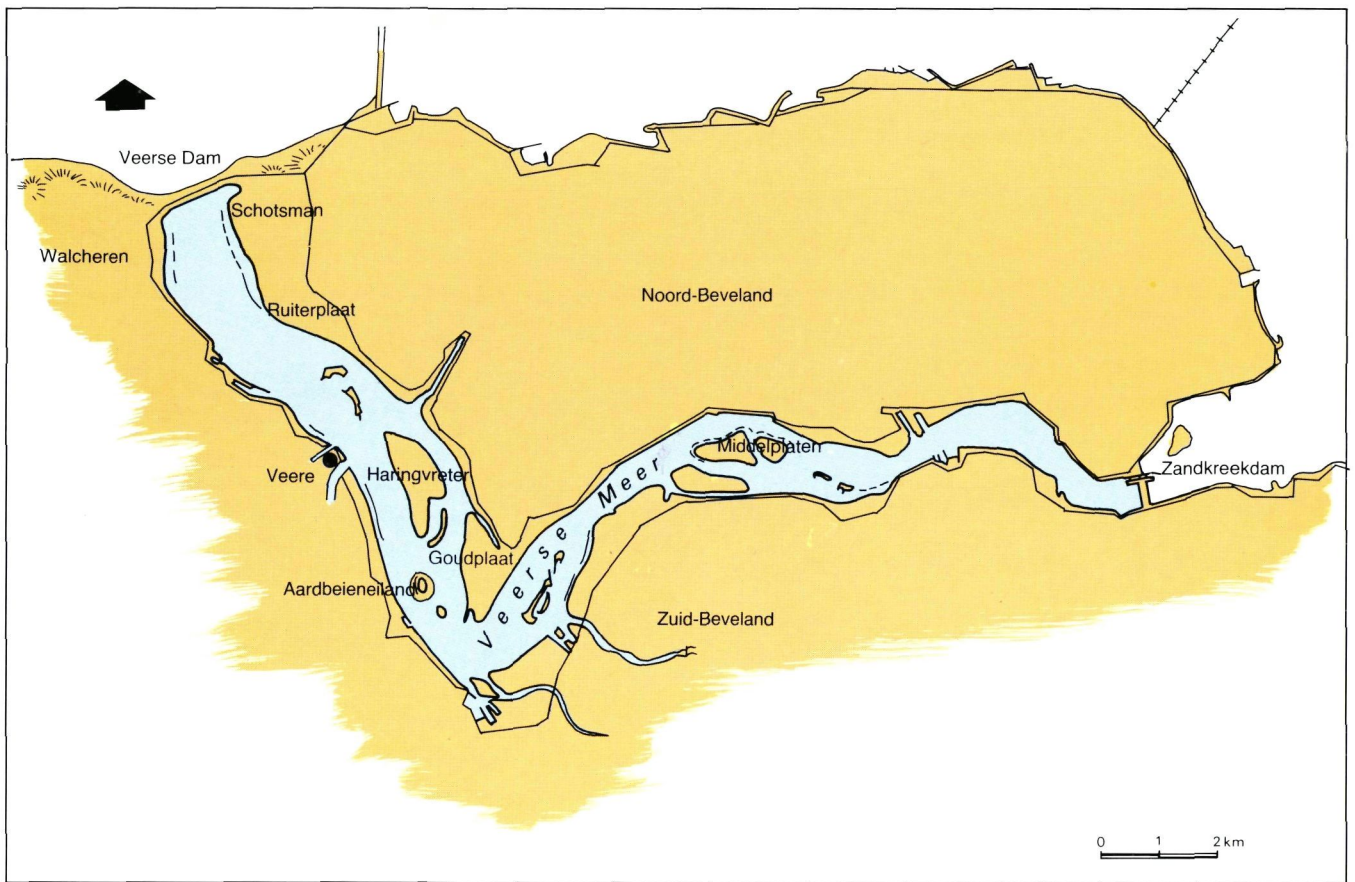
Door het wegvallen van de getijstromingen bezinkt het zwevende materiaal, waardoor het water helderder wordt. In dit heldere water kunnen op ondiepe plaatsen bodemvegetaties tot ontwikkeling komen. Zo zijn er in het zoute Grevelingenmeer uitgestrekte, voornamelijk uit zeegras bestaande vegetaties ontstaan, 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 contact 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 oevers. In het kader van het RWS-project OEVERS 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 dijklooiingen, recreatieterrein). Om de erosie tegen te gaan en de oeverzones zoveel mogelijk te behouden is in het Veerse Meer en het Grevelingenmeer vrijwel direct 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 direct 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 direct 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 Middelplaatl(Grevelingenmeer) zijn helemaal of bijna helemaal onder water verdwenen.

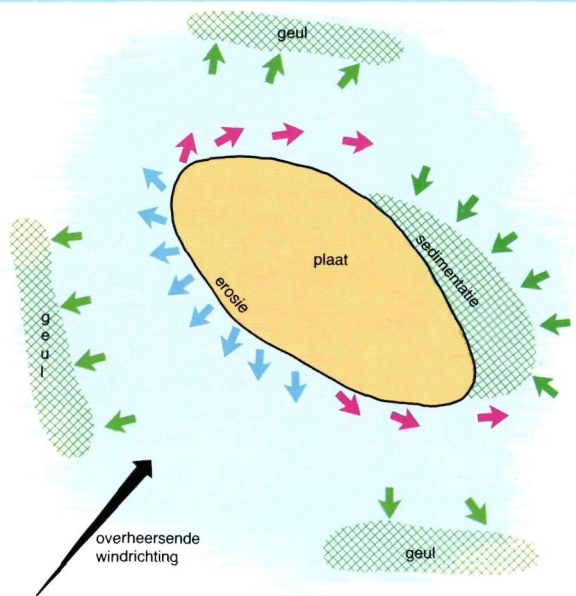


Fig 3. Morfologische processen rond een plaat bij een vast waterpeil.

- overwegend dwartransport
- overwegend langtransport
- sedimentatie

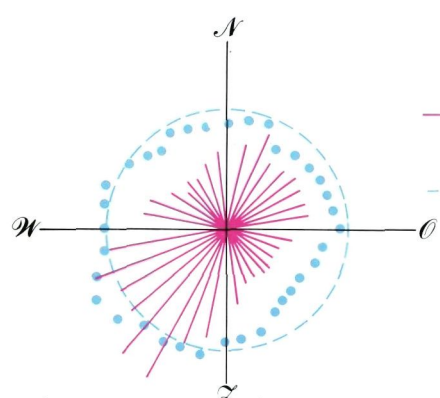


Fig 2. Gemiddelde windsnelheid en relatieve frequentie per windrichting in de periode 1973 tot 1980 (bron: KNMI/station Roggenplaat).

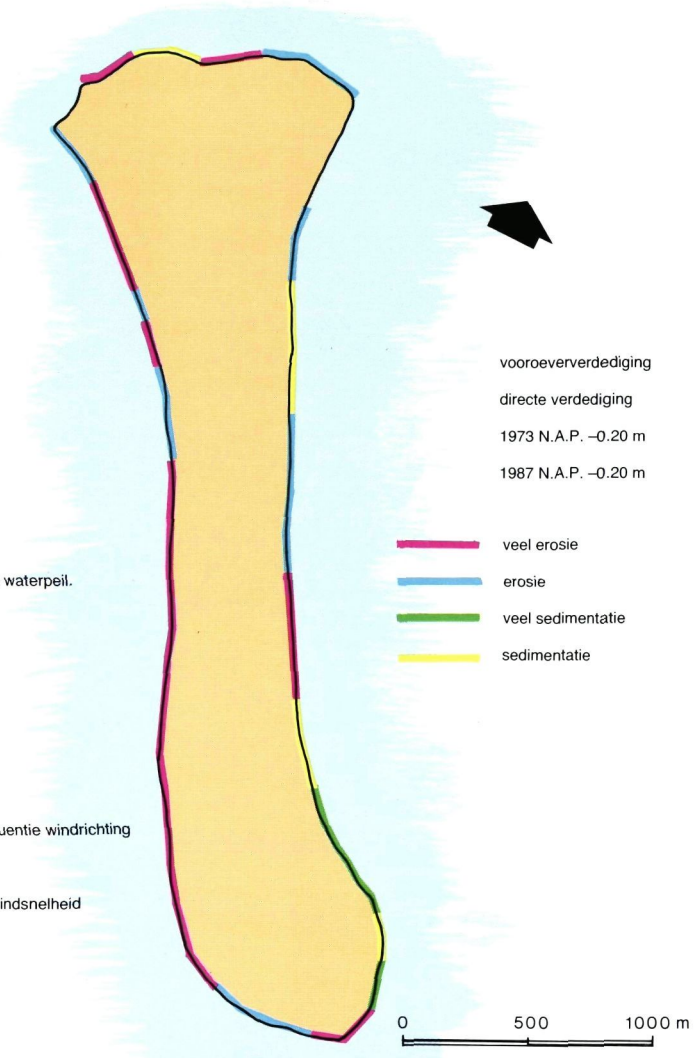


Fig 4. Oevererosie en sedimentatie rond de Veermansplaat na de afsluiting van het Grevelingenmeer.

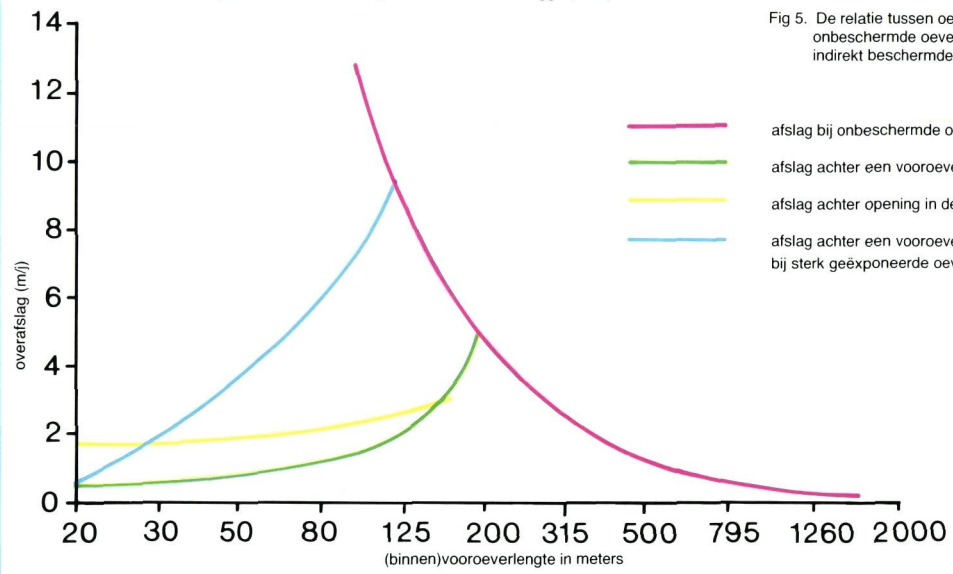


Fig 5. De relatie tussen oeverafslag en de breedte van de vooroevers bij onbeschermd oevers en de afstand tot de oeverbescherming bij indirect beschermd oevers.

## 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 contactzone 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).

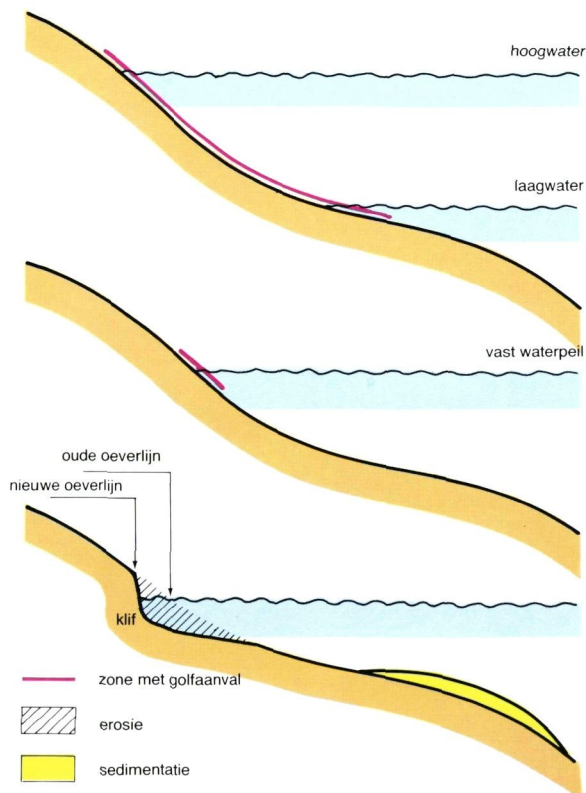


Fig 1. Verschil in erosieprocessen in een getijdesituatie en bij een vast waterpeil.

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 oevererosie aanvankelijk op het direkt 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 direkt 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.

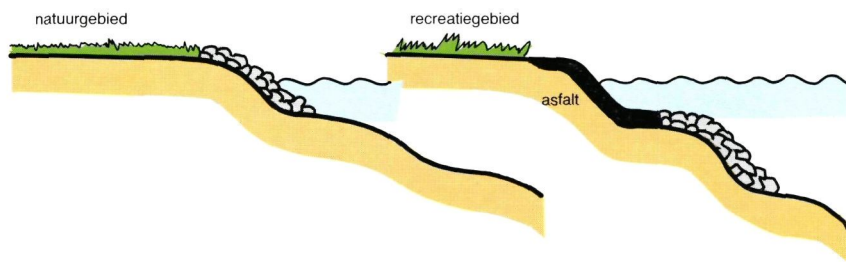


Hierbij is het uitgangspunt, de **gevolgen** van de erosie (oeverafslag) tegengaan, verlaten en is overgestapt op het uitgangspunt, de **oorzaken** van de erosie (golfwerking) wegnemen. De beste oplossing blijkt te bestaan uit het aanleggen van boven de hoogste waterstand uitstekende grinddammen op de 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.

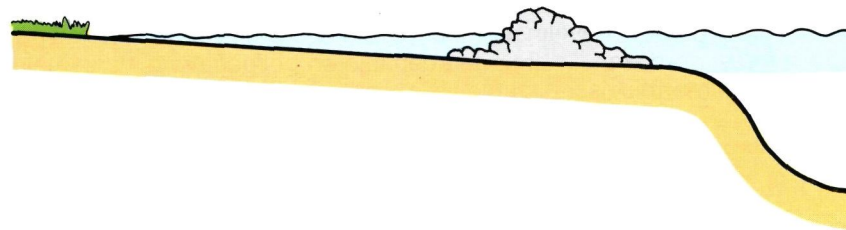
Daarnaast zijn op veel kleinere schaal nog een aantal andere beschermingsmogelijkheden beproefd: een drijvende golfkering, zandsuppletie, een palenscherm en een verdedigde zanddam.

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

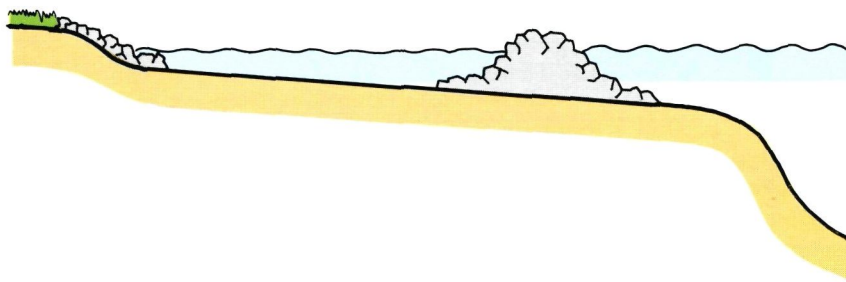




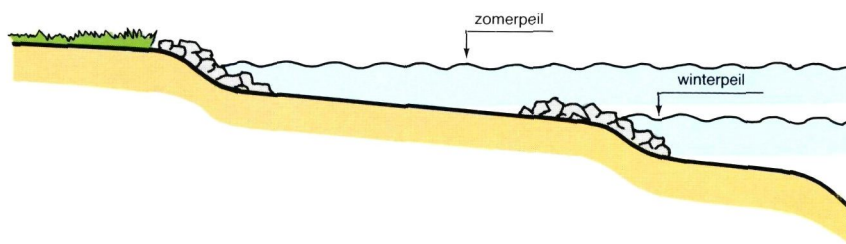
Direkte bescherming



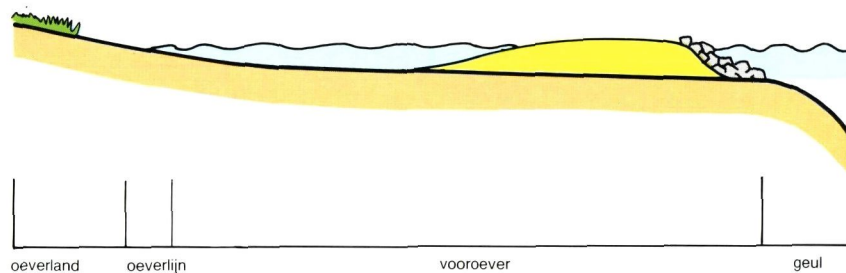
Indirekte bescherming



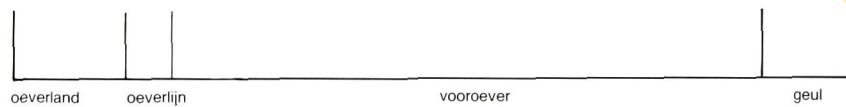
Indirekte bescherming met (meestal lichte) directe bescherming

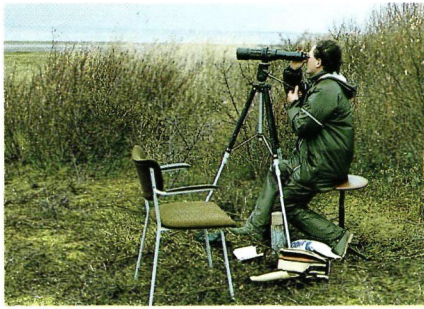


Direkte bescherming op zomer- en winteroever (Veerse Meer)



Verdedigde zanddam





Het observeren en tellen van vogels.

## 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 vegetatiezoning op de oever.



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

### 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.

<b>VEERSE MEER</b>		<i>l</i>	<i>m</i>	( <i>l-m</i> )	<i>t</i>
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	-
<b>GREVELINGENMEER</b>					
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	-

	<b>Oosterschelde</b>	<b>Eemmeer</b>	
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 direct een gevaar voor vissen en bodemleven oplevert.*

## EFFEKTEN VAN BESCHERMINGSMAAATREGELEN

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 direkte bescherming op de zomeroeverlijn. 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 direkte bescherming is het bodemleven goed ontwikkeld.

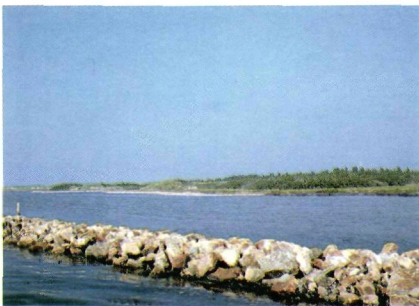
### oevervegetatie

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 ontzilting 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 oeverslag 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 direkte bescherming aangelegd en behoren de oevers tot oevertype c.

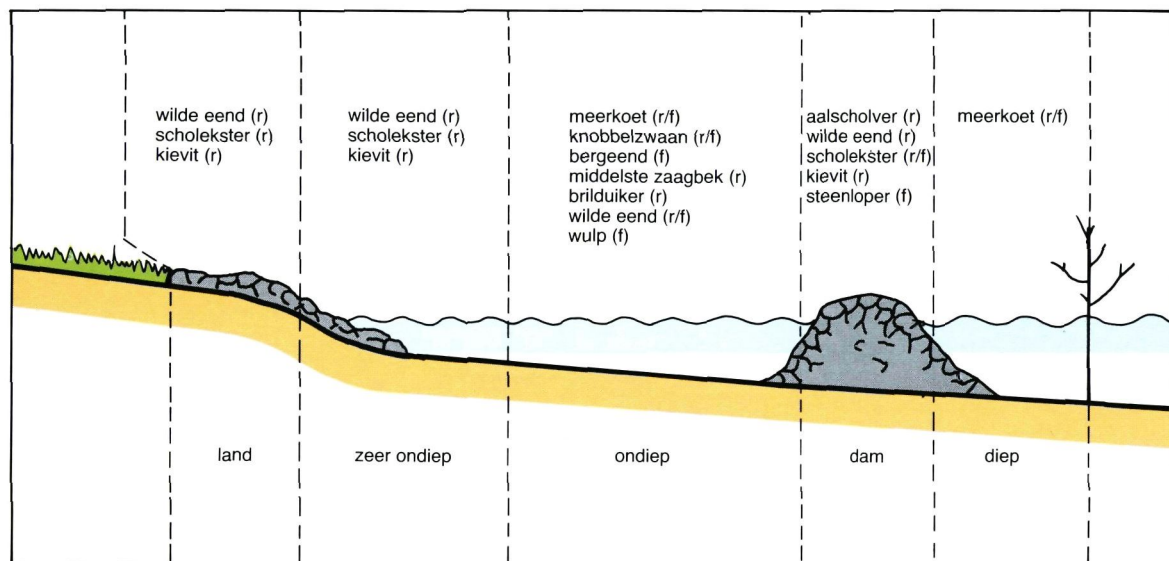


Voorbeeld van een indirecte bescherming in het Grevelingenmeer.

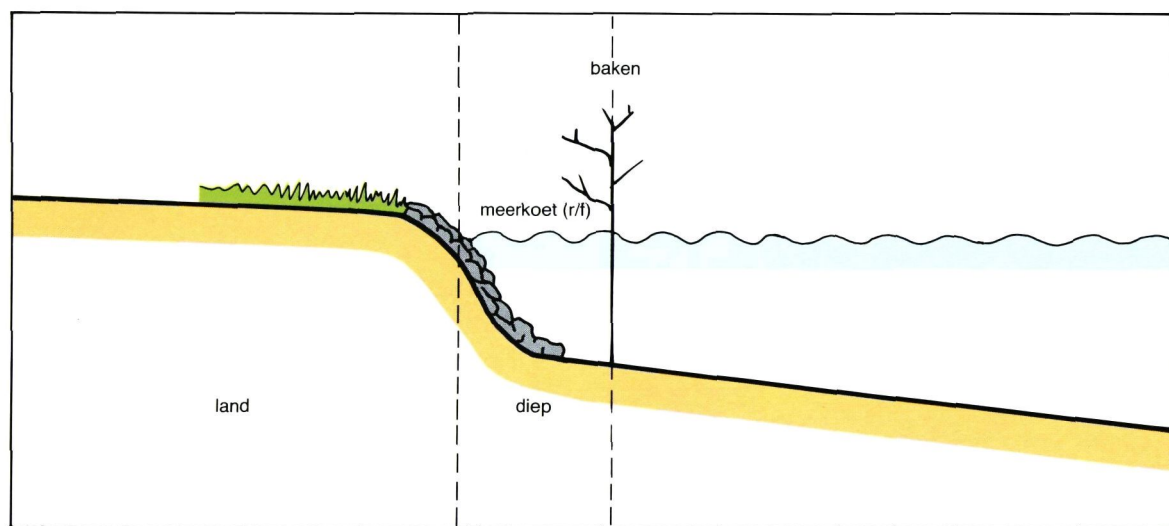
## De vogels langs de oevers van het Veerse Meer en het Grevelingenmeer

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

paste oeverbescherming. De meeste steltloper-soorten en een groot deel van de eendachtigen komen alleen voor op oevers met een flauwhellend 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

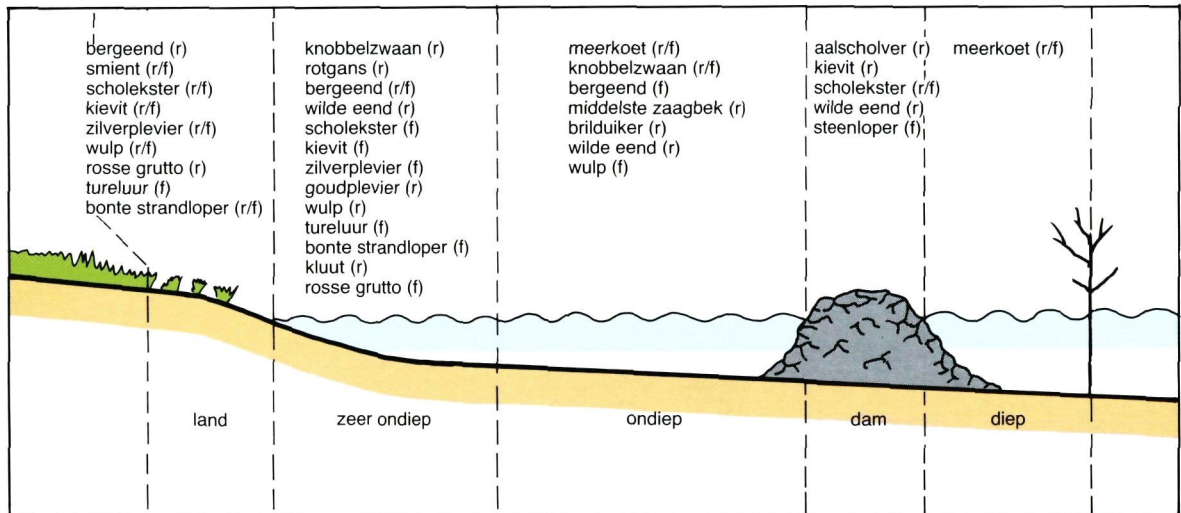


Vogels van indirect en direct beschermde oevers

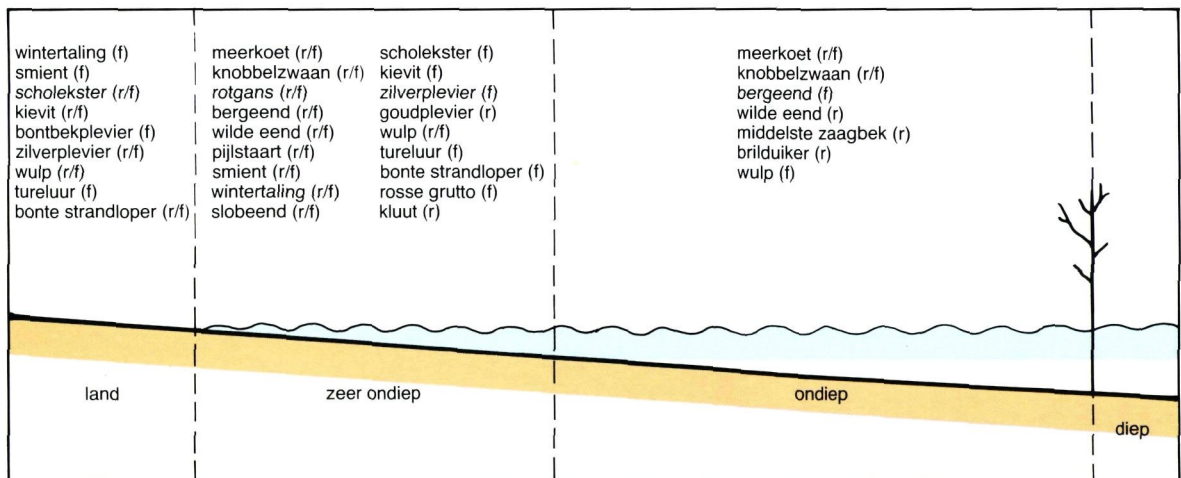


Vogels van direct beschermde oevers

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 zeesla. 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.