

Oevers in beweging

Ontwikkelingen in de oeverzone van het Volkerakmeer-Zoommeer na afsluiting en de betekenis voor het integraal waterbeheer.

Inleiding

Door de nota 'Omgaan met water' [Min. v. Verkeer en Waterstaat, 1985] heeft de filosofie van het integraal waterbeheer meer algemene bekendheid gekregen. Het Volkerakmeer/Krammer-Volkerak is één van de voorbeeldgebieden waar de integraal-waterbeheergedachte in onderzoek en beheer gestalte moet krijgen.



H. SMIT
Rijkswaterstaat
Dienst Binnenwateren/RIZA



E. H. VAN NES
Rijkswaterstaat
Dienst Binnenwateren/RIZA

Het Volkerakmeer-Zoommeer is in april 1987 ontstaan na sluiting van de Philipsdam en in negen maanden verzoet, door het doorspoelen met water uit het Hollandsch Diep en Brabantse rivieren. Het meer vormt een onderdeel van de Rijn-Scheldeverbinding. Binnen de vaargeul is de hoofdfunctie dan ook scheepvaart. De drooggevalen gronden en aangrenzende ondiepe zones hebben in de eerste plaats een natuurfunctie [RWS, 1987]. Rijkswaterstaat en de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders (sinds januari 1989: Directie Flevoland, Rijkswaterstaat), interimbeheerder van de drooggevalen gronden, hebben een integraal onderzoeksplan opgesteld en sinds 1987 in uitvoering [WÖVEZ, 1987]. Het doel van het onderzoek is de veranderingen vast te leggen en de inrichting en het beheer van het nieuwe gebied te optimaliseren. Het onderzoek is multidisciplinair opgezet en vindt plaats in de deelsystemen open water, oeverzone en drooggevalen gronden. In dit artikel worden de resultaten van het onderzoek in de oeverzone in de eerste twee groeiseizoenen na de afsluiting gepresenteerd en worden aanbevelingen gedaan voor integraal waterbeheer.

De oeverzone

Het begrip oever heeft betrekking op het raakvlak tussen water en land. De oeverzone omvat daarnaast ook de ondiepe waterzones waar waterplanten kunnen groeien en de vochtige drooggevalen gronden, voor zover ze onder directe invloed staan van de hydrologie van het meer. In dit artikel wordt de hele oever-

Samenvatting

Het Volkerakmeer-Zoommeer is in april 1987 ontstaan en in negen maanden verzoet. De ontwikkelingen worden door Rijkswaterstaat gevolgd in een integraal watersysteemonderzoek gericht op optimalisatie van inrichting en beheer. Dit artikel beschrijft de ontwikkelingen van de morfologie, het chloridegehalte en de biologie in de oeverzone. Opgetreden oeverafslag is vergeleken met voorspelde waarden. Het ecosysteem heeft grote veranderingen ondergaan. Het voorkomen van de zeldzame brakwaterplant *Snavelruppia* tot op 2,5 meter diepte en het overschrijden van de 1%-norm door vier watervogelsoorten laten zien dat de oeverzone zich ontwikkelt tot een deelsysteem met grote wetlandwaarden. Via drie beheersscenario's wordt globaal getoond wat het effect is van het al dan niet aanleggen van oeververdedigingen en het voeren van actief biologisch beheer. Aanleg van oeververdedigingen is nodig om de ondiepe watergebieden optimaal tot ontwikkeling te laten komen; de oeverzone biedt mogelijkheden voor waterplantengroei, een belangrijke schakel bij het actief biologisch beheer.

zone in beschouwing genomen, omdat:

- in grotere wateren met flauwe gradiënten de oeverlijn niet vast ligt door variaties in het waterpeil;
- veel beheersproblemen met betrekking tot de oever zich juist afspelen in het ondiepe water en de vochtige terrestrische zone.

Oeverzones ontleen belangrijke ecologische waarden aan het voorkomen van een goed ontwikkelde vegetatie en grote aantallen broedende of fouragerende vogels.

Het Volkerakmeer-Zoommeer

Enkele hydrografische gegevens van het systeem zijn te vinden in tabel I. In het meer wordt een waterpeil van gemiddeld NAP gehandhaafd. Om flexibel te kunnen handelen bij het inlaten van water mag het peil echter variëren tussen NAP - 0,25 meter en NAP + 0,05 meter. Omdat plaatselijk extra peilvariaties van ± 0,25 meter ten gevolge van op- en afwaaiing kunnen optreden, beweegt het waterpeil zich maximaal tussen - 0,5 meter en + 0,3 meter. Veel voormalig intergetijdegebied wordt gekenmerkt door flauwe gradiënten in waterdiepte. De getijdestromen hebben niet alleen gezorgd voor de aanwezigheid

van diepe geulen maar ook voor de opbouw van platen. Dit is bijvoorbeeld terug te vinden in het flauw hellende oeverprofiel (1:800) van de Krammerse Slikken, waar zich een uitgestrekt ondiep watergebied voor de oever bevindt (zie afb. 1).

Ontwikkelingen sinds de afsluiting

Morfologische ontwikkelingen

Op grond van ervaringen in andere afgesloten deltabekkens (Grevelingen, Veerse Meer, Haringvliet) kon een voorspelling worden gemaakt van de oeverontwikkelingen na de afsluiting [POVEZ, 1988]. Een oevererosie variërend van nihil tot meer dan 20 meter terugwijking per jaar was voorspeld, omdat de door wind opgewekte golven nu hun kracht konden uitoefenen op een beperkte zone. Opgemerkt wordt dat bij het opstellen van deze prognose de bodemsamenstelling niet bekend was. Deze prognose is getoetst in een uitgebreid meetprogramma, waarmee de morfologische ontwikkelingen in de oeverzone zijn gevolgd. De ligging van het oeverprofiel is daarbij periodiek vastgelegd door waterpassing van een dicht stelsel van dwarsraaien, die lopen van de hoogwaterkering tot een diepte van ca. 5 meter.

TABEL I - Oppervlaktegegevens van het Volkerakmeer (VM) en Zoommeer (ZM). Van het Zoommeer ontbreken de gegevens van de oeverzone nog. De getalswaarden tussen haakjes betreffen de maximale en minimale hoogte ten opzichte van het NAP.

		Oppervlakte (ha)		
		VM	ZM	TOT
Watersysteem	tussen bandijken	6450	1850	8300
	water en oever permanent droog			6100 2200
Oeverzone	totaal	1792		
	ondiep water (-3m/-0.5m)	1161		
	oever (-0.5m/+0.3m)	523		
	vochtig terrestrisch (+0.3m/+0.5m)	108		
Oeverlijn	totale lengte (km)			115,4
	onverdedigd (km)			53,5

Uit tabel II blijkt dat de opgetreden terugwijking bij gebieden langs de Flakkese oever nog groter is geweest dan voorspeld was. De resultaten van waterpassingen uit 1984, mei 1987 en mei 1988 kunnen ook grafisch vergeleken worden. Als voorbeeld is een dwarsprofiel van de Hellegatsplaten weergegeven (afb. 2).

Op dit slikgebied is na 12 maanden al een duidelijke afslagklif ontstaan. Een deel van het geërodeerde materiaal lijkt zich op te hopen op 100-200 meter voor de nieuwe oeverlijn. Op iets minder geëxponeerde plaatsen, zoals de Krammerse Slikken is een teruggang en verdieping van het gehele oeverprofiel waargenomen. Ook op dit soort profielen zal zich na verloop van tijd een steilrand ontwikkelen.

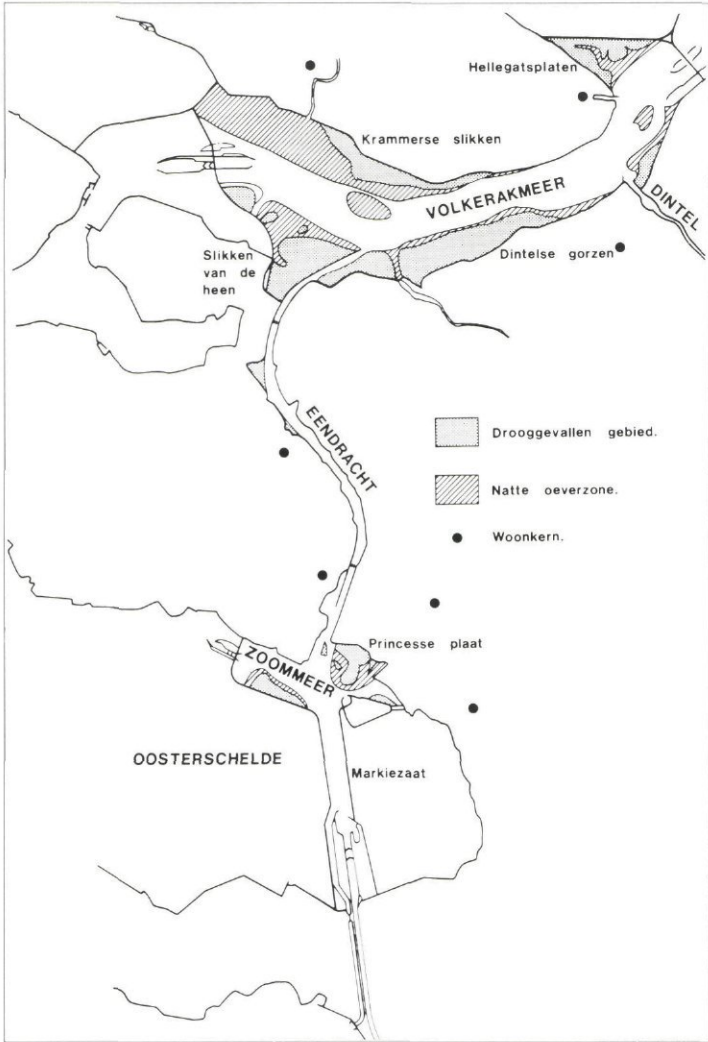
Erosie in het middengebied van de Krammerse slikken is groter dan in het oosten, waar waarschijnlijk aanvulling plaatsvindt door langstransport. Dit is niet uit de dwarsprofielen af te leiden, maar ligt wel voor de hand gezien het overheersende karakter van windrichting en windsnelheid uit westelijke richting en de daaruit voortvloeiende effecten op de waterbeweging. Langs en ook vóór de oever van de Krammerse slikken hebben zich reeds schelpenbanken gevormd, die plaatselijk de oever met een ongeveer één meter brede witte band markeren (zie afb. 3). Van het in suspensie gebrachte oeversediment heeft de grofste fractie de grootste valsnelheid en wordt in de buurt van de oeverlijn teruggevonden. Het

TABEL II – Voorspelde en gemeten achteruitgang van de oeverlijn in vier oevergebieden langs het Volkerakmeer in de periode tussen mei 1987 en mei 1988.

Deelgebied	Achteruitgang (m/j)	
	gemeten	prognose
Krammerse Slikken-Midden	15,8	3-10
Krammerse Slikken-Oost	8,7	> 20
Schor Zuid. Ooltgensplaat	3,8	3-10
Hellegatsplaten	15,8	2- 8



Afb. 3 - Luchtfoto van een schelpenrand in de Krammer.



Afb. 1 - De oeverzones van het Volkerakmeer-Zoommeer.

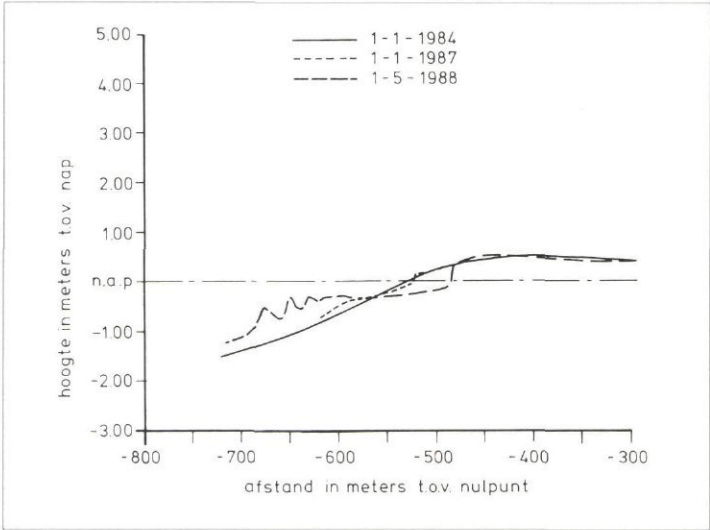
fijnere materiaal blijft langer in suspensie en sedimenteert op grotere afstand van het oorspronkelijke punt en verdwijnt daardoor voor het grootste gedeelte uit de oeverzone.

De verandering in granulaire samenstelling van het sediment van lutumrijker naar lutumarm kan bijdragen aan de nutriëntenbelasting van het water. Aan kleideeltjes is fosfaat gehecht, dat na suspensie van de deeltjes beschikbaar kan komen.

Ontzilt

Het water in de diepere zones van het meer is sneller ontzilt dan de bodem van

Afb. 2 - Een voorbeeld van een terugschrijdend oeverprofiel, de Hellegatsplaten.



de waterige oeverzone, waar uittreidend zout-brak grondwater plaatselijk nog voor brakke omstandigheden zorgt. Dit is met name het geval in krekken, waar de uitwisseling met water uit het meer beperkt is. Afb. 4 illustreert dit aan de hand van een vergelijking van het chloridegehalte van grondwater, water uit het meer en uit krekken. Ook het seizoen heeft invloed op de chloridegehaltenes.

Biologische ontwikkelingen

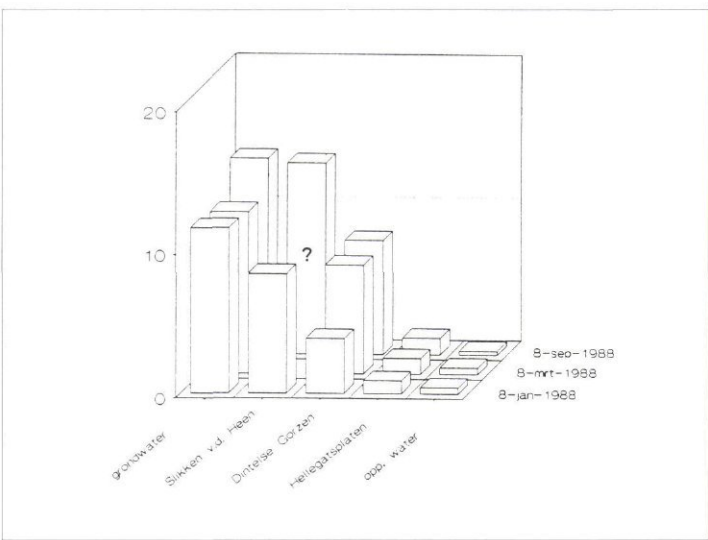
Vegetatie

Waterplanten hebben zich reeds vroeg in het meer gevestigd. *Snavelruppia*, een brakwaterplant die ook voor de afsluiting op de Hellegatsplaten voorkwam [Smit et al., 1989], heeft zich in de zomer van 1987 over de krekken van de Hellegatsplaten gehandhaafd. In 1988 heeft de plant zich zelfs langs de Flakkese oevers verspreid (afb. 5a). Vanaf juli 1988 is in het zuidelijke deel van het gebied ook een zoetwaterplant waargenomen: *Tenger fonteinkruid* (afb. 5b). De ontwikkeling van waterplanten, en met name de groei-mogelijkheden op grotere diepte, is sterk afhankelijk van de zichtdiepte. Hoewel onderzoek naar een relatie tussen de zichtdiepte en de maximale diepte waarop waterplanten kunnen groeien (Z_{max}) nog niet is afgerond, kan vooralsnog de volgende relatie voor de Nederlandse oppervlaktewateren worden aangenomen [mond. med. Scheffer]:

$Z_{max} = 2 \sqrt{\text{zichtdiepte}}$

In de periode van mei tot september 1988 was de zichtdiepte gemiddeld 2,2 meter in het Volkerakmeer [Turkstra & de Hoog, in prep.]. Volgens bovenstaand model hebben in 1988 dus waterplanten kunnen groeien tot op 3,0 meter diepte. Hoewel de meeste planten tussen 0,2 en 1 meter

Afb. 4 - Het chloride-gehalte in grondwater van de Dintelse gorzen (grondwater), in drie krekken van drooggevalen gronden (slikken v. d. Heem, Dintelse Gorzen en Hellegatsplaten) en in het meer (oppervlaktewater) in 1988.



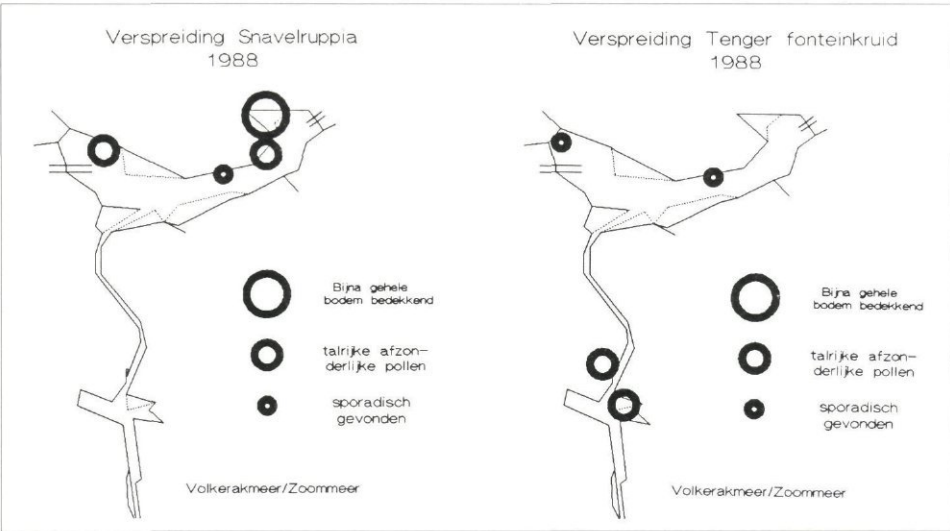
groeiden, is *Ruppia* tot maximaal 2,5 meter diepte waargenomen. Dit komt dus redelijk overeen met het model, zeker gezien de uitzonderlijke situatie van het Volkerakmeer Zoommeer: een nieuw systeem waarin de kolonisatie nog in de beginfase is. De vegetatie-ontwikkelingen in de vochtige terrestrische zone worden besproken door Loenen en Verkaar [in prep.].

Bodemfauna

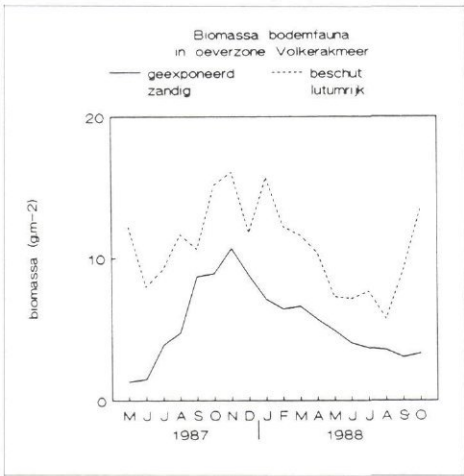
De bodemfauna ontwikkelingen zijn sterk beïnvloed door de ontzilting. Bovendien blijkt er een aanzienlijk verschil te bestaan tussen de geëxponeerde lutumarme oevers en beschutte lutumrijke lokaties (oude krekken). Beschutte oevers hebben een grotere biomassa dan geëxponeerde oevers (zie afb. 6). De totale biomassa van de bodemfauna vertoonde op zandige, meer geëxponeerde plaatsen aanvankelijk een opleving, gevolgd door een sterke daling in het voorjaar van 1988. De

biomassa op beschutte lutumrijke plaatsen volgde hetzelfde patroon, alleen is hier sprake van een opleving vanaf augustus 1988, vooral door de vestiging van een vedermuggesoort (*Chironomus muratensis*). De tijdelijk grote biomassa kan waarschijnlijk toegeschreven worden aan een grotere voedselrijkdom. Gedurende de ontzilting is sterfte opgetreden van estuariene organismen, die het voedsel vormen voor micro-organismen en ongewervelde dieren. Euryhalie soorten en nieuwe kolonistoren hebben daarvan kunnen profiteren. Vergeleken met de situatie van voor de afsluiting [Coosen & van Dool, 1983] is de biomassa van bodemfauna afgenomen (tabel 3). Vermenigvuldigen we de biomassa-dichtheden met de respectieve beschikbare fourageergebieden voor steltlopers, dan wordt duidelijk dat voor deze groep watervogels in korte tijd slechts een fractie (1,6%) van het oorspronkelijke voedselaanbod aan bodemfauna is overgebleven. Opgemerkt dient te worden dat

Afb. 5 - a: Verspreiding *Snavelruppia* in 1988 b: Verspreiding *Tenger fonteinkruid* in 1988.



Afb. 6 - De gemiddelde biomassa (AFDW) van de bodemfauna in een kreek en een geëxponeerde oever.



TABEL III – Potentieel beschikbare bodemfauna voor steltlopers voor en na de afsluiting.

	Oppervlak (ha)	Biomassa (g.m ⁻²)	Totaal beschikbaar (kg)
voor afsluiting	2350	11	258.500
na afsluiting	140	3	4.200

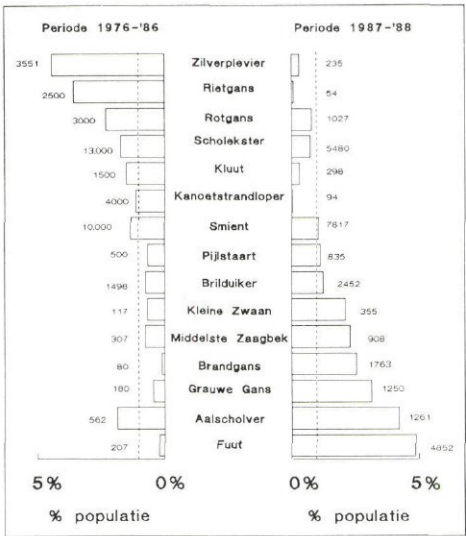
dit een ruwe schatting is, omdat niet alle dieren beschikbaar zijn voor consumptie. Wanneer het verzoetingsproces is afgelopen zal de biomassa in de oeverzone waarschijnlijk nog lager worden. Organisch materiaal, voorzover het in het systeem terecht komt, zal vooral in de geulen bezinken, waardoor de bodemfauna in de oeverzone in sterke mate afhankelijk zal zijn van de primaire productie ter plaatse. Deze biomassa's zullen altijd ordes van grootte kleiner zijn dan in de estuariene situatie, omdat toen aanvoer van elders geproduceerd materiaal met de getijdestromen kon plaatsvinden.

De biomassa na afsluiting werd voor het grootste gedeelte bepaald door de Zager (een borstelworm: *Nereis diversicolor*) en de Slijkgarnaal (een kreeftachtige: *Corophium volutator*). De Zeepier (*Arenicola marina*) is na twee maanden reeds verdwenen. De Zager is tolerant voor lage zoutgehalten, heeft een weinig gespecialiseerde voedingswijze, en is daardoor in staat geweest in de ontziltingsperiode sterk in aantal en biomassa toe te nemen. Dichtheden schommelden tussen augustus 1987 en mei 1988 rond de 4000 ind.m⁻² (= 7,8 g AFDW.m⁻²) en daalden vanaf mei 1988 scherp (afb. 7). De Slijkgarnaal vertoonde kort na afsluiting een opbloei, die vanaf oktober 1987 sterk begon te dalen om in april 1988 geheel te verdwijnen. Pas na het verdwijnen van de Slijkgarnaal werd een zoetwater vlokreeft (*Gammarus tigrinus*)

algemeen. Vanaf juni 1988 begon de zoetwaterfauna zich op grotere schaal te vestigen, ruim een half jaar later dan in de bodem van lokaties dieper dan 2 meter. Het betreft vooral muggelarven, voor-namelijk taxa die fourageren op benthische diatomeeën. *Chironomus muratensis*, een vedermug die in de waterbodem van diepere lokaties in grote getale voorkwam en in 1988 overlast veroorzaakte [Van Nes & Smit, 1989], heeft de zandige oever wel gekoloniseerd, maar niet in grote aantallen.

Watervogels

De (water)vogels hebben zich snel aan de nieuwe situatie aangepast. Als maat voor het internationaal belang van een gebied voor watervogels wordt de '1% norm' gehanteerd. Wanneer de seizoensmaxima van een soort gedurende vijf jaar hoger zijn dan 1% van de Westeuropese populatie, is dit gebied van internationale betekenis als wetland (vastgesteld op de Wetland Conventie te Ramsar in 1971). In afb. 8 staan de percentages van een aantal soorten weergegeven die voor en/of na de afsluiting deze norm hebben overschreden. Voor de afsluiting waren dat de Zilverplevier, Scholekster, Kluut, Kanoetstrandloper, Rotgans en Rietgans, Bergeend, Smient en de Aalscholver. In het eerste jaar na afsluiting overschreden negen soorten de 1% norm. Naast naar voedsel duikende vogels van het open water (Aalscholver, Fuut, Brilduiker en Middelste Zaagbek) behoren daar vier soorten toe, die zich in de oeverzone

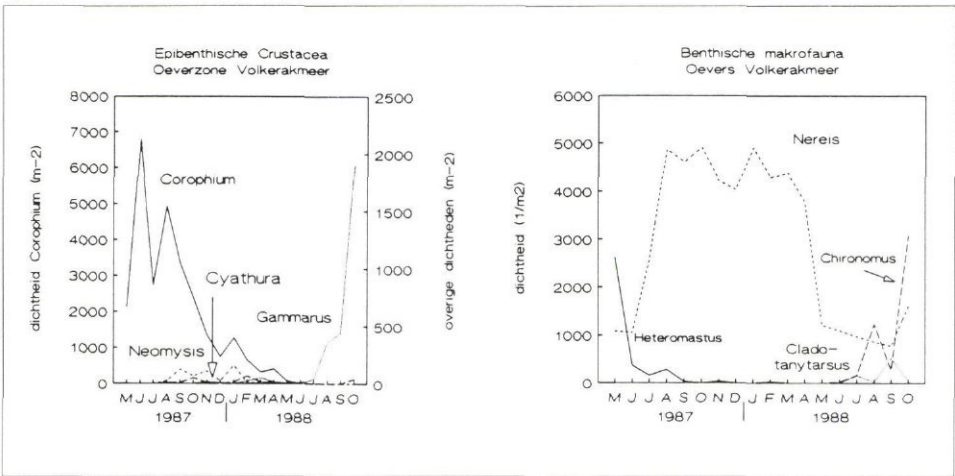


Afb. 8 - De maxima van vogels voor en na de afsluiting, uitgedrukt als absoluut aantal en als percentage van de Westeuropese populatie.

ophouden (Grauwe Gans, Kleine Zwaan, Pijlstaart en Smient) en een soort, die vooral op de drooggefallen gronden te vinden is (Brandgans). Hoewel de waarnemingen betrekking hebben op een winterseizoen geven ze aan dat het gebied zich ook na de afsluiting weer als een vogelgebied van internationale betekenis aan het ontwikkelen is. De oeverzone speelt daarin een duidelijke rol. De drooggefallen onbegroeide slikken zijn vrijwel direct in gebruik genomen als broedplaats door een aantal steltloper-soorten, sterns en meeuwen [Meininger, 1988]. De ontwikkeling van het aantal broedgevallen van de 'kale-grond'-broeders laat tussen 1987 en 1988 al een lichte teruggang zien. Dit lijkt vooral veroorzaakt te worden door een vermindering van het areaal geschikt broedbiotoop rond de Philipsdam. De Kluut en de Kokmeeuw hebben het in 1988 duidelijk beter gedaan dan in 1987 en vormen nu de talrijkste koloniebroeders. Procentueel ten opzichte van het aantal broedparen in het gehele Deltagebied behoorde de Kleine plevier in 1988 tot de talrijkste broeders, samen met de Dwergstern, de Bontbekplevier, en de Kluut. In de toekomst zal het oppervlak geschikt broedbiotoop verder afnemen, maar er blijven potentieel geschikte broedterreinen in dat deel van de oeverzone, waar door waterpeilfluctuaties pioniersstadia blijven bestaan.

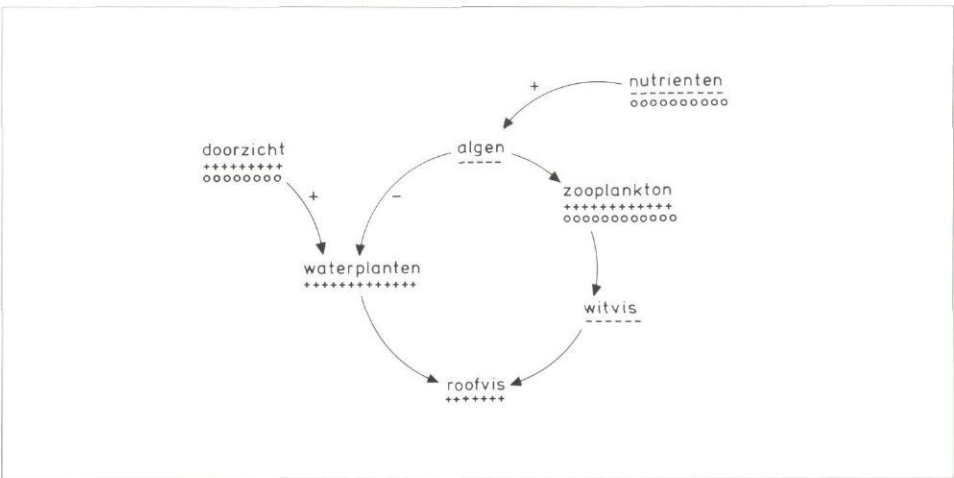
Beheersdoelstellingen en maatregelen
Het ecosysteem van de oeverzone van het Volkerakmeer-Zoommeer heeft zich in 1988 in het algemeen gunstig ontwikkeld.

Afb. 7 - Abundanties van de dominerende macrofaunasoorten in de oeverzone.



Of deze gunstige ontwikkeling zich ook in de toekomst zal voortzetten hangt in sterke mate af van het beheer. Daarom wordt hieronder kort ingegaan op beheersdoelstellingen en maatregelen. Optimalisering van de natuurwaarden is een van de belangrijkste doelstellingen van het waterbeheer. Beperking van de import van microverontreinigingen en het tegengaan van eutrofiëring zijn hiertoe voor het gehele systeem de belangrijkste te nemen maatregelen [RWS, 1989]. In de oeverzone zijn daarnaast aanvullende maatregelen nodig voor een verdere optimalisatie van de natuurwaarden.

Het meest zichtbare probleem in de oeverzone is de voortschrijdende oeverafslag. De Directie Zeeland van Rijks-waterstaat heeft hiervoor een oeververdedigingsplan opgesteld [POVEZ, 1988], dat voorziet in de aanleg van diverse structuren, waarbij rekening is gehouden met natuurbelangen (zie voor Volkerakmeer afb. 9). De meeste flauw hellende oevers zullen worden verdedigd met voorliggende oeververdedigingen, waardoor tussen de oeververdediging en de oeverlijn een luwe en ondiepe zone ontstaat: een soort lagune. Een aantal van deze verdedigingen wordt afgewerkt met een zandtalud: verdedigde zanddammen. Ook in relatie tot de eutrofiëringsoverlast kan de oeverzone een duidelijke rol spelen. Vanuit het beheer wordt gestreefd naar behoud van het grote doorzicht, dat in 1988 in het meer heerste [RWS, 1989]. Naast een drastische beperking van de import van nutriënten



Afb. 10 - Schematische voorstelling van de processen waarop actief biologisch beheer is gebaseerd. Belangrijk component in geëutrofeerd water (---), Volkerakmeer (ooo) en een goed functionerend helder water (+++).

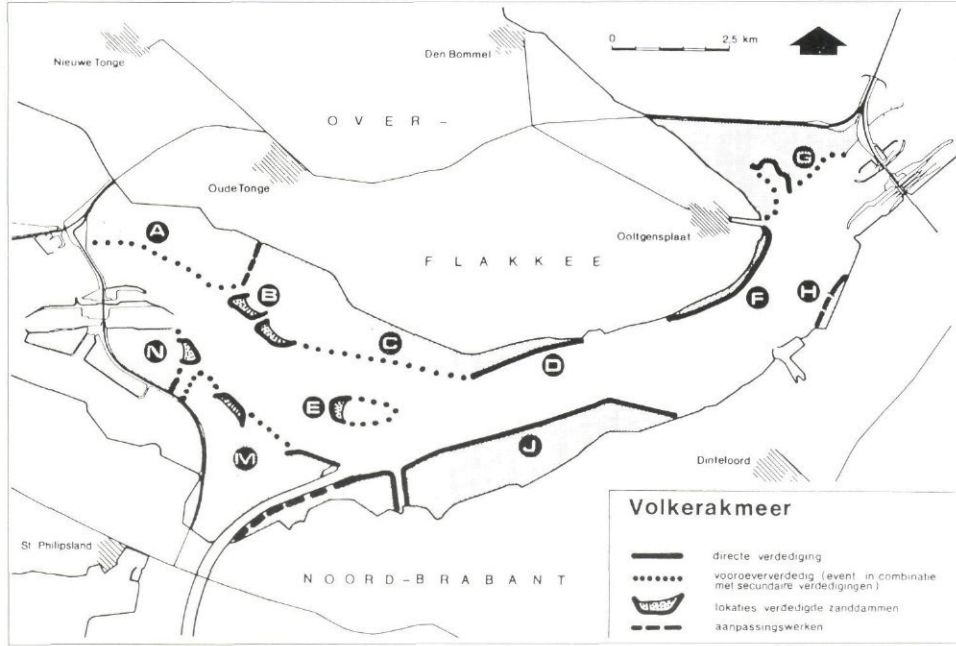
kunnen ook maatregelen in de oeverzone hiertoe bijdragen. Afb. 10 is een schematische voorstelling van de voedselrelaties tussen een aantal belangrijke componenten uit het waterecosysteem met enkele beïnvloedende factoren. Onderstreept zijn de componenten die aspectbepalend zijn in:

1. de meeste Nederlandse wateren,
2. het Volkerakmeer-Zoommeer,
3. een goed functionerend helder watersysteem.

Het met beheersoogmerk bewust manipuleren van deze voedselrelaties wordt 'actief biologisch beheer' genoemd. In diverse (kleinere) Nederlandse wateren is hiermee succes geboekt door ingrepen in de visstand [Van Donk et al., 1988;

Meijer et al., 1988]. De situatie in het Volkerakmeer-Zoommeer kan als volgt verklaard worden. Door de (te) hoge nutriëntenconcentraties is de groeisnelheid van fytoplankton hoog, maar de concentratie laag ten gevolge van graas door zoöplankton, dat in 1988 zeer talrijk was. Het zoöplankton wordt niet geïmpreëerd door witvis omdat de aantallen hiervan nog laag zijn [Van Nes & Smit, 1988]. Witvis heeft het gebied minder snel kunnen koloniseren dan de Snoekbaars, een roofvis. Om de witvisstand ook in de toekomst laag te houden is een effectieve predatie door roofvis nodig. De Snoek is als roofvis in staat effectief op te treden als minimaal 30% van het oppervlak begroeid is met waterplanten [Grimm, 1989]. Bij een zichtdiepte van 3 meter kan in het Volkerakmeer maximaal zo'n 40% met waterplanten begroeid raken. In de praktijk echter zal dit nog minder zijn en lijken de grote geëxponetheit van vele ondiepe lokaties een beperkende factor. Het oeververdedigingsplan voorziet in de creatie van lagunes, waardoor meer plaatsen geschikt worden voor waterplantengroei. De kolonisatiesnelheid van oever- en waterplanten is in een aantal gevallen laag. Oeverplanten zoals Riet, Mattenbies en Zeebies en waterplanten zoals Schedefonteinkruid verspreiden zich vooral vegetatief, zodat de kolonisatie traag verloopt. Van waterplantensoorten die zich via zaad verspreiden zoals kranwieren en Waterranonkel, bevindt zich geen zaadvoorraad van betekenis in de bodem. Kolonisatie kan versneld worden door enting van de bodem met zaden en vegetatieve delen van waterplanten.

Afb. 9 - Principe plan oeververdediging Volkerakmeer (uit: [POVEZ, 1988]). De letters verwijzen naar aan te leggen onderdelen uit het plan. Voor naamgeving van de deelgebieden: zie afb. 1.



Drie beheersscenario's
Een methode om de relatie tussen

toekomstige natuurontwikkelingen en beheersmaatregelen inzichtelijk te maken is het opstellen van beheersscenario's. Variabelen zijn het oeververdedigingsprogramma en de integrale eutrofiëringsbestrijding. Voor beide pakketten aan maatregelen bestaan bij de beheerder concrete plannen. De beheersscenario's zijn:

- 1. Niets doen
De inlaat vanuit het Hollandsch Diep wordt zo veel mogelijk beperkt, maar de nutriënten-belasting is zodanig dat uiteindelijk een eutroof meer zal ontstaan met een zichtdiepte van minder dan 1 meter. Het oeververdedigingsprogramma is op de lange baan geschoven.
- 2. Oeververdedigingsprogramma
Idem als 1 maar het oeververdedigings-

ontwikkelen, omdat overal scherpe overgangen van land naar water ontstaan (steilranden). Het oeververdedigingsplan (scenario 2) heeft op de meeste componenten een gunstig effect. De vooroeververdedigingen zorgen voor het ontstaan van lagunes bij de Krammerse Slikken, de Slikken van de Heen-West en de Hellegatsplaten, waar ook bij geringere zichtdieptes meer mogelijkheden ontstaan voor waterplanten, die als voedsel dienen voor watervogels en als leefomgeving voor macrofauna en vis. Vooral de algemene waterplanten zoals Schedefonteinkruid, Doorgroeid fonteinkruid en *Zannichellia* zullen zich naar verwachting vestigen. Door het tegengaan van oeverafslag kunnen de vegetaties die op de overgang land-water groeien zich beter ontwikkelen.

inschatting van de effecten van beheersmaatregelen op de toekomstige ontwikkelingen laten zien, dat de natuurdoelstelling in de oeverzone het beste gerealiseerd wordt bij aanleg van oeververdedigingen volgens plan en een effectieve, integrale aanpak van de eutrofiëringsbestrijding. Het oeververdedigingsprogramma moet volledig en liefst sneller gerealiseerd worden. Vooral het gedeelte tussen de Krammerse slikken en de Grevelingendam, een groot potentieel waterplantengebied, zou snel aangelegd moeten worden. Als onderdeel van de integrale aanpak van eutrofiëring moet in de oeverzone gebruik worden gemaakt van waterplanten door de vestiging te stimuleren. De oeverzone speelt bij deze vorm van actief biologisch beheer een essentiële rol in het functioneren van het gehele watersysteem.

TABEL IV – Kwalitatief overzicht van de effecten van drie beheersscenario's op verschillende natuurcomponenten

Component	Beheersscenario		
	1. Niets doen	2. Oeververdediging	3. Oeververd.+ integr.eutrof. bestrijding
waterplanten	-	+	++
watervogels	0	+	++
broedvogels	-	++	+/++
oevervegetatie	-	+	++
macrofauna	0	+	++
vis	+	+	++

- = ongunstig, 0 = gelijk, + = gunstig, ++ = zeer gunstig

programma wordt binnen de gestelde termijn (8 jaar) volledig uitgevoerd. 3. Oeververdedigingsprogramma en integrale eutrofiëringsbestrijding. De beheerder voert het oeververdedigingsprogramma volledig uit en pleegt verder een maximale inspanning voor de eutrofiëringsbestrijding. Daartoe wordt naast een maximaal haalbare reductie van nutriëntenimport ook een serie maatregelen gerekend in het kader van actief biologisch beheer. In het water kan dit een vorm van visstandsregulatie en het stimuleren van de algenfilterende Driehoeksmossel inhouden. In de oeverzone betekent dit het sneller tot vestiging brengen van water- en oeverplanten. De effecten worden hieronder globaal besproken. Tabel IV geeft een kwalitatief overzicht van de effecten van deze drie beheersscenario's op verschillende componenten. In het scenario 'niets doen' neemt de zichtdiepte waarschijnlijk af tot 0,5-1,0 meter. Samen met de voortschrijdende oevererosie heeft dit tot gevolg dat de groei van waterplanten beperkt blijft. Door oeverafslag neemt het areaal aan broedvogels af, en de oevervegetatie krijgt weinig kans zich te

In het derde scenario blijft het water helder en krijgen planten kans om te groeien tot op een diepte van 3 meter. Op deze diepte is de invloed van windgolven geringer en mag de groei van waterplanten op de meeste niet te geëxponeerde plaatsen verondersteld worden. Door grootschalige enting komen de waterplantenvegetaties sneller tot ontwikkeling, die hier uit veel meer soorten bestaan, waaronder ook kranswieren. Hiervan kunnen ook andere vogelsoorten profiteren zoals bijvoorbeeld de Tafeleend en mogelijk ook de Krooneend. Daarnaast zorgen de uitgebreide oever- en waterplantenvegetaties voor een grotere dichtheid aan macrofauna.

Conclusies
Het ecosysteem van de oeverzone van het Volkerakmeer/Zoommeer beweegt zich na de afsluiting in de goede richting. De aanwezigheid van *Snavelruppia*, een zeldzame brakwaterplant, en het overschrijden van de 1% norm door de Grauwe Gans, de Kleine Zwaan, de Pijlstaart, en de Smient, vier in de oeverzone voorkomende watervogelsoorten, laten zien dat de oeverzone bezig is zich te ontwikkelen tot een deelsysteem met grote wetlandwaarden. De ontwikkelingen tot nu toe en een

Literatuur
Coosen, J. en Dool, A. van den (1983). *Macrobenthos van het Krammer-Keeten-Volkerak-estuarium, verspreiding der soorten, aantallen en biomassa in relatie met het zoutgehalte*. Eindrapportage ZACHTSUB, Rapport DIHO-project A-2; DDMI-project M-1100.
Donk, E. van, Slim, F. J. en Grimm, M. P. (1988). *Herstel van de recreatieplas 'Zweemlust' door toepassing van actief biologisch beheer: eerste resultaten*. H₂O 21, 1988, 338-343.
Grimm, M. P. (1989). *Northern pike and aquatic vegetation. Tools in the management of shallow waters*. Hydrobiol. Bull. 23, 59-65.
Meijer, M. L., Praat, A. J. P. en Doef, R. W. (1988). *Actief biologisch beheer als herstelmaatregel voor de Blijswijkse Zoom: eerste resultaten*. H₂O 21, 1988, 344-348.
Meininger, P.L. (1988). *Aantallen van enkele soorten broedvogels in het Deltagebied in 1987*. Verslag RWS, Dienst Getijdewateren te Middelburg.
Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1985). *Omgaan met water; naar een integraal waterbeleid*. Nota 63 pp.
Nes, E. H. van en Smit, H. (1989). *Natuurontwikkelingen Volkerakmeer/Zoommeer; voortgangsrapportage over de periode maart tot en met oktober 1988*. DBW/RIZA nota 88.065.
POVEZ (1988). *Oeverbeschermingen in Volkerakmeer Eendracht Zoommeer en Bathse Spuikanaal. Plan voor de aanleg van op het ecosysteem gerichte oevervoorzieningen langs de drooggevalle gronden*. Projectgroep POVEZ, Middelburg Nota 73 pp.
Rijkswaterstaat, 1987. *Beleidsplan Krammer-Volkerak. Door het bestuurlijk overleg Krammer-Volkerak vastgesteld op 22 juni 1987*. Den Boer Drukkers, Middelburg.
Rijkswaterstaat, 1989. *Actieplan Volkerak-Zoommeer*. Directie Zeeland Nota 089.013
Smit, H., Dirksen, S. en Snoek, M. (1989). *Snavelruppia op de Hellegatsplaten. Ontwikkeling en consumptie door watervogels*. De Levende Natuur 90 (3) p. 72-78.
WOLVEZ (1987). *Onderzoeksplan Volkerak-Zoommeer voor de periode 1987-1996. Werkgroep Onderzoek Volkerak Eendracht Zoommeer*. DBW/RIZA Nota 87.012.

