Raadgevende ingenieurs
Witteveen + Bos

water
infrastructuur
milieu
bouw

Rijkswaterstaat Directie Zeeland

discussienota:

vissen en inrichten

mogelijkheden voor effectief visstandsbeheer in het Volkerak-Zoommeer, 1993-1998

Witteveen+Bos
Raadgevende ingenieurs b.v.

Van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

Raadgevende ingenieurs
Witteveen + Bos

water
infrastructuur
milieu
bouw

Rijkswaterstaat Directie Zeeland

discussienota:

vissen en inrichten

mogelijkheden voor effectief visstandsbeheer in het Volkerak-Zoommeer, 1993-1998

registratie	projectcode	status
IWB/HAAI/rap.001	Boz81.15	definitief

autorisatie	naam	paraaf	datum
opgemaakt	drs. W. Ligtvoet		96-07-10
goedgekeurd	drs. M.P. Grimm		96-07-10

Witteveen+Bos
Raadgevende ingenieurs b.v.

Van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

Het kwaliteitssysteem van Witteveen+Bos is voor de werkgebieden water, bodem, milieu en waterbouwkundige infrastructuur gecertificeerd volgens NEN-EN-ISO 9001:1994

1945960

© Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v.
Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING 1

1. INLEIDING 2
1.1. Krammer-volkerak-zoommeer: kerngebied ecologische hoofdstructuur en voorbeeld gebied integraal waterbeheer 2
1.2. Noodzaak actief biologisch beheer 2
1.3. Probleemstelling 3
1.4. Leeswijzer 4

2. REFERENTIE- EN STREEFBEELD VOLKERAK-ZOOMMEER 5
2.1. Referentiebeeld volkerak-zoommeer 5
2.2. Streefbeeld Krammer-Volkerak-Zoommeer 5
2.3. Snoekhabitat: karakteristieken water- en oevervegetatie 8

3. ECOLOGISCHE STATUS VOLKERAK-ZOOMMEER 10
3.1. Status visstand 10
3.1.1. Planktivore vis 10
3.1.2. Roofvis 10
3.2. Status als snoekhabitat: oever- en waterplanten 11
3.3. Functioneren van het volkerak-zoommeer als eutroof microcystus water 12
3.3.1. Volkerak-zoommeer 1987-1991 12
3.3.2. Volkerak-zoommeer 1992 12
3.3.3. Volkerak-zoommeer 1993 en verder 12

4. GEANTICIPEERDE ONTWIKKELING 13
4.1. Visstand 13
4.1.1. Planktivore vis 13
4.1.2. Piscivore vissen 14
4.2. Ontwikkeling snoekhabitat: effecten van het voorgestelde natuurlijk waterpeilbeheer 15
4.3. Prognose 15
4.4. Onzekerheden, praktijkwaarde onderbouwend model 16

5. GEWENST BEHEER 18
5.1. Gewenst beheer 1993-1998 18
5.2. Inrichting en peilbeheer 19
5.2.1. Structuur ondiepwaterarealen 19
5.2.2. Peilbeheer: ontwikkeling emergente oevervegetatie 19
5.2.3. Managed marshes: tijdelijke stimulering snoekstand 20
5.3. Consolidatie van de huidige ecologische status 21
5.3.1. Witvis 21
5.3.2. Roofvis 22
5.4. Perspectieven 22

6. BEHEERSSCENARIO'S 24
6.1. Beheersscenario 1: helder tot elke prijs 24
6.2. Beheersscenario 2: de grote klap op het juiste moment 25
6.3. Beheersscenario 3: "natuurlijke regressie" 25

INHOUDSOPGAVE

7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 28

LITERATUUR 29

laatste bladzijde 30

BIJLAGEN aantal bladzijden

I Historisch overzicht: voorgestelde en geëffectueerde beheersmaatregelen tot op heden 1

II Indicatieve kostenraming van enkele voorgestelde beheersmaatregelen 1

III Verkenning mogelijkheden verzouting Volkerak-Zoommeer 1

SAMENVATTING

Het Krammer-Volkerak-Zoommeer is een kerngebied in de ecologische hoofdstructuur en een voorbeeldgebied voor integraal waterbeheer. Direct na de afsluiting van het zoute water in 1987 ontstond een zeer helder water, met een zomergemiddeld doorzicht van 2-3 m. In 1992 heeft zich voor de eerste maal de situatie voorgedaan dat er in de zomer een sterke terugval van de helderheid van het water is geconstateerd. De verslechtering van de waterkwaliteit valt samen met de aanwezigheid van een maximum biomassa aan kleine planktivore vissen. Indien er geen effectieve maatregelen worden genomen ten aanzien van de ontwikkeling van de visstand, is de prognose dat het VZ zal toegroeien naar een troebel algengedomineerd water.

Voortvloeiend uit het bovenstaande is het tweeledig doel van voorliggende notitie:

1. Beheersstrategieën uitzetten om de actuele ecologische status van het VZ zoveel mogelijk te handhaven en -waar mogelijk- te verbeteren. Dit uitgaande van de te verwachten randvoorwaarden voor wat betreft zoutgehalte en peilbeheer.
2. Opstellen van mogelijke beheersmaatregelen en inschatten van de haalbaarheid, met signalerings- en beslispunten waaraan indicatieve kosten/baten analyses worden gekoppeld. Hierbij wordt de nadruk gelegd op maatregelen gericht op een effectief visstandsbeheer en op maatregelen gericht op stimulering en in stand houden van oever-, emerse en submerse vegetatie.

Voor het VZ worden referentie- en streefbeeld beschreven. De kenmerken van het streefbeeld zijn richtinggevend voor het te voeren beheer. De huidige ecologische status van het VZ wordt gekarakteriseerd aan de hand van de systeemvariabelen die een centrale rol spelen in het beheer, te weten het planktivore visbestand, de roofvisstand en de oever- en onderwatervegetatie. Aan de hand van deze systeemvariabelen wordt tevens de geanticipeerde ontwikkeling van het VZ als ecosysteem geschetst. De mogelijke effecten van een meer natuurlijk waterpeil worden hierbij in ogenschouw genomen.

Aan de hand van de gesignaleerde knelpunten wordt een pakket van maatregelen geformuleerd dat beoogt de doelstelling ten aanzien van de (natuur)ontwikkeling van het VZ gestalte te geven. Over de effectiviteit van enkele essentiële beheersmaatregelen bestaat nog onzekerheid. Een drietal beheersscenario's worden geschetst die onderling verschillen in de mate waarin een en ander succesvol kan worden toegepast. De scenario's 1 en 2 gaan geheel uit van het voorgestelde pakket maatregelen; scenario 3 omvat een mogelijke beheersvariant die in feite buiten de geformuleerde randvoorwaarden ligt (zoutgehalte) maar in het licht van de bestaande onzekerheden de moeite van een verkenning waard lijkt te zijn.

1. INLEIDING

1.1. Krammer-volkerak-zoommeer: kerngebied ecologische hoofdstructuur en voorbeeld gebied integraal waterbeheer

Met de sluiting van de Oesterdam in het najaar van 1986 en de Philipsdam in april 1987 werd het Krammer-Volkerak en Zoommeer (VZ) afgesloten van het zoute water. Er ontstond een nieuw zoetwatersysteem (figuur 1) met een (semi-)stagnant peil. Naast de scheepvaartfunctie is "natuur" als tweede hoofdfunctie van het gebied toegekend. De mogelijkheden voor natuurontwikkeling hangen nauw samen met de kwaliteit van het zich ontwikkelende ecosysteem. Direct na de afsluiting ontwikkelde het Volkerak-Zoommeer zich onverwacht positief. Ondanks de hoge fosfaatbelasting (Van Veen, 1990) ontstond een zeer helder water met een doorzicht van 2-3 m. De waargenomen drijflagen van blauwalgen in de nazomer en herfst in luwgelegen ondieptes kunnen echter worden beschouwd als een voorbode van de nog te verwachten eutrofiëringsproblemen (Van Nes & Smit, 1990).

Het VZ is aangewezen als voorbeeldgebied voor integraal waterbeheer (Actieplan "Omgaan met water"). Het beheer staat in het teken van een zo goed mogelijke benutting van alle mogelijkheden die het watersysteem biedt en het functioneren van het ecosysteem als geheel, inclusief de drooggevallen gronden, neemt daarbij een centrale plaats in. Het beheer van de droge en natte delen van het VZ richt zich op het tot ontwikkeling komen van een ecosysteem met een zo hoog mogelijke kwaliteit, hetgeen betekent dat er wordt gestreefd naar zoveel mogelijk diversiteit, compleetheid en zelfregulatie van het systeem (Bestuurlijk Overleg Krammer-Volkerak, 1987). In de Beheersvisie Krammer-Volkerak Eendracht, Zoommeer (Bestuurlijk Overleg Krammer-Volkerak, 1987) is op verschillende plaatsen het belang van een goede waterkwaliteit voor de natuurontwikkeling onderstreept en wordt geconcludeerd dat de doelstellingen van het waterbeheer en natuurbeheer veel overeenkomsten vertonen. Het VZ wordt door de Rijksoverheid erkend als belangrijk natuurgebied en heeft in het Natuurbeleidsplan van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (MLNV) dan ook de status gekregen van "kerngebied in de ecologische hoofdstructuur van Nederland" (MLNV, 1990).

In het Beheersplan "Water Zoommeer" (Rijkswaterstaat, 1988) wordt in de tweede doelstelling met betrekking tot het integraal waterbeheer al globaal omschreven wat het beheersdoel van het waterbeheer is:
"het voorkomen c.q. terugdringen van eutrofiëringsverschijnselen tot een niveau dat wordt gekenmerkt door de afwezigheid van blauwalgenbloei, een doorzicht groter dan 1 m, de aanwezigheid van ondergedoken waterplanten in de ondiepe oeverzones en een goede evenwichtig opgebouwde visstand met snoek als toppredator" (Rijkswaterstaat, 1988).

1.2. Noodzaak actief biologisch beheer

Met betrekking tot de waterkwaliteits- en eutrofiëringsproblematiek is het Volkerak-Zoommeer een afspiegeling van de landelijke problematiek, maar met een essentieel verschil: de uitgangssituatie is ongemeen gunstig door de nog schone bodem en grote helderheid van het water. Om echter te kunnen voldoen aan de beleidsuitgangspunten van een duurzaam en gezond functionerend Volkerak-Zoommeer zijn, aanvullend op het landelijk beleid ten aanzien van het terugdringen van de toxicanten- en nutriëntenbelasting, gebiedsgerichte maatregelen noodzakelijk zolang de kwaliteit van het aangevoerde water een bedreiging blijft vormen (Bijlsma, 1989; Rijkswaterstaat, 1991). In het Beheersplan Water Zoommeer (Rijkswaterstaat, 1988) wordt nadrukkelijk gesteld dat binnen het kader van integraal waterbeheer, een Actief Biologisch Beheer (ABB) noodzakelijk is als aanvullende maatregel ter beperking van de eutrofiëring. Het beheer van de visstand wordt als integraal onderdeel van het waterkwaliteitsbeheer onderkend.

Invulling gevend aan de centrale rol die de visstand speelt in de ontwikkeling van het aquatisch ecosysteem is in 1992 het gewenst visstandsbeheer voor het Kramer-Volkerak-Zoommeer geformuleerd (Ligtvoet & Grimm, 1992).

De prognose voor het Krammer-Volkerak-Zoommeer is dat zonder ingrepen in het systeem bij de huidige voedselrijkdom en nutriëntbelasting het helder-water ecosysteem 5-10 jaar na de afsluiting (dus in de periode 1992-1998) zal omslaan naar een troebel, algenrijk en door witvis gedomineerd water. In het visstandsbeheersplan is de strategie neergelegd waarmee de opbouw en samenstelling van de visstand zodanig wordt gestuurd dat een helder watersysteem kan worden gehandhaafd. Het daarbij ontwikkelde streefbeeld voor het Krammer-Volkerak-Zoommeer past in het algemene streven naar het tot ontwikkeling brengen van een ecosysteem van een zo hoog mogelijke kwaliteit gekarakteriseerd door diversiteit, compleetheid en zelfregulatie (Ligtvoet & Grimm, 1992).
De strategie is op hoofdlijnen:

1. het tot ontwikkeling brengen van het benodigde habitat voor snoek en daaraan gekoppeld een stimuleren van de snoekstand;
2. zolang het snoekbestand nog onvoldoende is ontwikkeld, een effectief beheer van de huidige visstand gericht op het behoud van de roofvisdominantie en beperking van het witvisbestand.

Randvoorwaardelijk voor het tot stand brengen van de gewenste snoekstand is het tot ontwikkeling brengen van voldoende areaal met geschikte oever- en waterplantvegetaties. In hoofdstuk 2 zal nader worden ingegaan op het streefbeeld en de gewenste inrichting van het Krammer-Volkerak-Zoommeer.

1.3. Probleemstelling

Vooral als gevolg van de helderheid van het water hebben de onderwaterplanten zich in het VZ voorspoedig ontwikkeld. In 1992, zes jaar na verzoeting in 1987, omvat het areaal onderwaterplantvegetaties ca. 35% van het totale meeroppervlak. Gesteld kan worden dat de kolonisatiefase ten einde is en dat de verder ontwikkelingen in de onderwaterplantvegetaties meer door concurrentie zal worden gestuurd (H. Schutten, pers.med.). De oevervegetatie komt uiterst langzaam tot ontwikkeling en momenteel beslaat dit vegetatietype minder dan 1% van het totale meeroppervlak (Schutten et al., 199.).

Met betrekking tot het doorzicht heeft zich in het VZ in 1992 voor de eerste maal de situatie voorgedaan dat er in de zomer een sterke terugval van de helderheid van het water is geconstateerd. Tot en met 1991 bedroeg het doorzicht (zomergemiddelde Secchi-disk diepte) minimaal 2-3 m, met uitschieters naar 5 m (Van den Hark et al., 1992). Na nog in de eerste maanden in 1992 helder te zijn geweest is het doorzicht in het VZ vanaf juli 1992 echter afgenomen tot 80-100 cm (C.W. Iedema, pers.med.). De verslechtering van de waterkwaliteit valt samen met de aanwezigheid van een maximum biomassa aan kleine planktivore vissen. De oorzakelijke biologische samenhang van deze verschijnselen is elders beschreven (Hosper et al., Ligtvoet & Grimm, 1992). De verwachting is dat vermindering van het doorzicht in de zomer zich ook in 1993 weer zal voordoen en dat de heldere periode korter zal zijn.

Indien er geen effectieve maatregelen worden genomen ten aanzien van de ontwikkeling van de visstand, zal de prognose uit het visstandsbeheersplan (Ligtvoet & Grimm, 1992) worden bewaarheid en zal het VZ toegroeien naar een situatie waarin de periodes van helder water steeds korter worden. Dit betekent dat mogelijk al binnen enkele jaren de waterplanten zullen verdwijnen en dat het heldere vegetatierijke VZ zal omslaan naar een troebel algengedomineerd water.

Voortvloeiend uit het bovenstaande is het tweeledig doel van voorliggende notitie:

1. Beheersstrategieën uitzetten om de actuele ecologische status van het VZ zoveel mogelijk te handhaven en -waar mogelijk- te verbeteren. Dit uitgaande van de te verwachten randvoorwaarden voor wat betreft zoutgehalte en peilbeheer.
2. Opstellen van mogelijke beheersmaatregelen en inschatten van de haalbaarheid, met signalerings- en beslispunten waaraan indicatieve kosten/baten analyses worden gekoppeld.

Hierbij wordt de nadruk gelegd op maatregelen gericht op een effectief visstandsbeheer en op maatregelen gericht op stimulering en in stand houden van oever-, emerse en submerse vegetatie.

1.4. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden het referentie- en streefbeeld voor het VZ beschreven. De kenmerken van het streefbeeld zijn richtinggevend voor het te voeren beheer. In hoofdstuk 3 wordt de ecologische status van het Volkerak-Zoommeer beschreven, toegespitst op de systeem variabelen die een centrale rol spelen in het beheer, te weten het planktivore visbestand, de roofvisstand en de oever- en onderwatervegetatie. Aan de hand van deze systeemvariabelen wordt in hoofdstuk 4 de geanticipeerde ontwikkeling van het VZ als ecosysteem geschetst. De mogelijke effecten van meer natuurlijk waterpeil worden hierbij in ogenschouw genomen. In hoofdstuk 5 wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste knelpunten. Vervolgens wordt aan de hand van de knelpunten een pakket van maatregelen geformuleerd die nodig zijn om de doelstelling ten aanzien van de (natuur)ontwikkeling van het VZ gestalte te geven en wordt -binnen de bestaande randvoorwaarden- het perspectief voor het VZ geschetst in termen van helderheid, duurzaamheid en zelfregulatie. Over de effectiviteit van enkele essentiële beheersmaatregelen bestaat nog onzekerheid. In hoofdstuk 6 worden een drietal beheersscenario's geschetst die onderling verschillen in de mate waarin een en ander succesvol kan worden toegepast. De scenario's 1 en 2 gaan geheel uit van het voorgestelde pakket maatregelen; scenario 3 omvat een mogelijke beheersvariant die in feite buiten de geformuleerde randvoorwaarden ligt (zoutgehalte) maar in het licht van de bestaande onzekerheden de moeite van een verkenning waard lijkt te zijn. In hoofdstuk 7 wordt met de conclusies en aanbevelingen een strategie voorgesteld die ertoe moet leiden dat, in een tijdsbestek van ca. twee jaar, de potentie van de beheersmaatregelen waar nu nog onzekerheid over bestaat beter kan worden ingeschat. Op basis daarvan kunnen vervolgens verantwoorde keuzes over het te volgen beheersscenario worden gemaakt.

2. REFERENTIE- EN STREEFBEELD VOLKERAK-ZOOMMEER

2.1. Referentiebeeld volkerak-zoommeer

Het oorspronkelijk, niet of nauwelijks door de mens beïnvloede ecosysteem vormt de referentie of ijkpunt en is richtinggevend voor het ecologisch herstel van wateren. In min of meer natuurlijke ecosystemen is sprake van een duurzame produktie, diversiteit en zelfregulatie. Een ecologisch herstel (of behoud) dat het oorspronkelijke onverstoorde systeem zo dicht mogelijk benadert, biedt dan ook het meeste vooruitzicht op ecologische duurzaamheid.

Een globaal referentiebeeld voor duurzaam heldere wateren bij een P-gehalte - overeenkomstig het VZ - in het traject van 0,05-0,1 mg/l (figuur 1) is een water met een rijke, soms uitbundige en gedifferentieerde water- en oevervegetatie die tezamen meer dan 50% van het totale meeroppervlak beslaan. De bodem bestaat uit grof, vergaan plantenmateriaal. De visgemeenschap wordt gekarakteriseerd door het voorkomen van een gevarieerde visstand met een groot aandeel vegetatieminnende soorten als snoek, zeelt, rietvoorn, kroeskarper. De belangrijkste predator in het systeem is de snoek die qua biomassa tot 50% van het totale visbestand kan omvatten.

De oever- en moerasvegetatie in het systeem vervult een centrale rol in de levenscyclus van de snoek (zie § 2.3.). Randvoorwaardelijk voor ontwikkeling en behoud van een uitgebreide oeverzone en het ecosysteem als geheel is het optreden van inundatie en droogval, in de oorspronkelijk situatie als gevolg van natuurlijke waterpeilfluctuaties: in de winter is het peil hoog en staat een groot deel van de oever en aangelegen landen onder water; in de zomer wanneer het waterpeil geleidelijk daalt kunnen uitlopers van de helofyten de droogvallende zone ingroeien.

De successie (geleidelijke verlanding) en optredende calamiteiten bepalen de uiteindelijke ontwikkeling van het meer. Grote en kleine rampen als strenge winters gevolgd door koude lentes, ijsgang, overstromingen, extreem droge zomers en overbegrazing (door bijvoorbeeld ganzen) kunnen ertoe leiden dat de ontwikkeling van het systeem wordt teruggezet (regressie). De autonome successie en regressie resulteren in min of meer cyclische processen waarbij in de loop van de tijd verschillende omstandigheden in het milieu heersen. Dit zorgt voor een grote verscheidenheid aan plantensoorten en diersoorten. In bijvoorbeeld de nieuwe ontwikkelingsvisie voor de Oostvaardersplassen vormt het kunstmatig opleggen van cyclische processen een belangrijk thema (Alberts, 1993).

Het referentiebeeld is veelal niet realiseerbaar. Door in verschillende mate rekening te houden met andere randvoorwaarden kunnen verschillende streefbeelden voor een water worden geformuleerd die op verschillende "afstand" van de referentie liggen.

2.2. Streefbeeld Krammer-Volkerak-Zoommeer

achtergrond: relatie visstand, trofiegraad en vegetatie

Pas het laatste decennium is de visstand als een belangrijk structurerend element in de aquatische levensgemeenschap onderkend (zie o.a. Benndorf et al., 1984; Carpenter et al., 1985; Kerfoot, 1987; Kitchell & Carpenter, 1987). De structurerende invloed van de visstand is één van de elementen van het Actief Biologisch Beheer (ABB, Hosper et al., 1992), een beheer dat aangewend wordt bij het ecologisch herstel van geëutrofieerde wateren.

Grimm et al. (1992) presenteren een empirisch model waarin de trofiegraad van het water, uitgedrukt als het zomergemiddelde totaal fosfaatgehalte (hierna kortweg P-gehalte), wordt gekoppeld aan de omvang en samenstelling van de visstand. Zij onderscheiden daarbij een drietal watertypen, gekarakteriseerd als baarswater, snoek/zeelt-water en snoekbaars/brasem-water (figuur 1).

Tevens wordt een duidelijke relatie gelegd tussen de samenstelling van de visstand en de ontwikkeling van de macrofyte vegetatie: onder natuurlijke omstandigheden is baars de dominante predator in heldere, voedselarme, spaarzaam begroeide wateren en snoek in heldere, mesotrofe wateren met een uitbundige gedifferentieerde water- en oevervegetatie. Snoekbaars en brasem zijn meestal geassocieerd met eutrofe, troebele, en daardoor vegetatie-arme, wateren.

Zonder daaraan zekerheden te kunnen verbinden wordt helder water gekoppeld geacht aan een water dat wat nutriëntgehalte betreft onder de grens van 0,1 mg P/l blijft en dat voor meer dan 40% wordt gedomineerd door waterplanten (Grimm et al., 1992; Jeppesen et al., 1990; figuur 1). Bij een verdere nutriëntverrijking treedt een omslag op naar troebel water. De onderliggende verklaring hiervoor is dat de dichtheid van roofvis in een water een duidelijk plafond heeft terwijl de prooivisbestanden bij een verdergaande verrijking van het water een steeds grotere omvang kunnen bereiken. In het proces van verrijking treedt de omslag van helder naar troebel water op wanneer de roofvisstand zijn maximale dichtheid heeft bereikt en bij verdergaande eutrofiëring het immer groeiende bestand van meest cypriniden ('karperachtigen' als brasem, blankvoorn, karper) niet meer kan reguleren. De gevolgen hiervan zijn een overbegrazing van het zoöplankton door het groeiende planktivore visbestand, resulterend in een sterke groei van de algenbiomassa. In heldere vegetatierijke wateren reguleert de roofvisstand, hoofdzakelijk bestaande uit snoek, het prooivisbestand en wordt de aanwas van het planktivore bestand beperkt. Deze regulerende rol blijkt snoekbaars in de troebeler wateren maar ten dele te kunnen vervullen.

De ontwikkeling van het aquatisch ecosysteem zoals geschetst aan de hand van figuur 1 weerspiegelt de "pardox of enrichment", een afname van de soortenrijkdom bij een -vooral door de mens geïnduceerde- sterk toegenomen voedselrijkdom van het natuurlijk systeem. De geïdentificeerde relaties tussen trofiegraad en soortenrijkdom en tussen habitat diversiteit en soortenrijkdom toepassend, wordt in figuur 1 kwalitatief het veronderstelde verband aangegeven tussen de soortenrijkdom, de trofiegraad en de onderscheiden watertypen.

afleiding streefbeeld

Het streefbeeld van het Volkerak-Zoommeer wordt gevormd door een helder soortenrijk water, aantrekkelijk voor grote aantallen watervogels. Bij de inrichting en beheer van de ondiep waterarealen ligt de nadruk op het tot ontwikkeling brengen van uitgestrekte ondiepwatergebieden gekenmerkt door een gedifferentieerde waterplanten- en oevervegetatie. Daarbij moet worden gestreefd naar het tot stand komen van een voor watertypen als het huidige (heldere!) VZ zoveel mogelijk oorspronkelijke levensgemeenschap van een zo hoog mogelijke kwaliteit, dat wil zeggen diversiteit, compleetheid en zelfregulatie (Beheersvisie, 1991).

Het P-gehalte in het VZ heeft zich de afgelopen jaren bewogen van 0,16 mg/l naar 0,09 mg/l in 1991 en 1992. Naar verwachting zal het P-gehalte in de toekomst op dit niveau blijven of mogelijk enigszins dalen (tot 0,08 P mg/l) wanneer de effecten zichtbaar worden van het Rijn Actie Plan (TAP) en Noordzee Actie Plan (NAP) en de sanering van de fosfaatlast van de RWZI's in Noordwest Brabant. Vastgesteld kan worden dat bij dit niveau van voedselrijkdom er alleen perspectief voor een duurzaam helder VZ wanneer snoek als belangrijkste regulator van de witvis in systeem aanwezig is. Een ecosysteem waarin de predatorstand wordt gedomineerd door baars (en eventueel snoekbaars) is alleen duurzaam helder wanneer het P-gehalte beneden de 0,04 mg P/l (figuur 1).

Een essentieel onderdeel van het te voeren beheer is derhalve het tot stand brengen van een omvangrijke snoekstand in het VZ. De realisatie van een goede snoekstand is alleen mogelijk bij een voldoende ontwikkeling van arealen met een geschikte waterplanten-en oevervegetatie. Deze ontwikkelingsrichting sluit aan bij de gewenste ontwikkeling van de ondiepwaterarealen (zie boven).

In het visstandsbeheersplan (Ligtvoet & Grimm, 1992) is -op basis van de toen beschikbare kennis- een inschatting gemaakt van de ecologische potenties van het VZ, uitgaande van een P-gehalte tussen 0.08 en 0,1 mg P/l en een doorzicht van 2-3 m. Uitgaande van een maximale groeidiepte van de waterplanten in het VZ van ca. 3 m zou naar schatting ca. 30% van het totale meeroppervlak begroeid kunnen raken. Momenteel is bekend dat de vegetatie in het VZ voorkomt tot op maximale diepten van 5 m (H. Schutten, pers.med.). De huidige omvang van het waterplantenareaal bedraagt naar schatting 35% van het meeroppervlak, maar het waterareaal tot een ½ m diep is vrijwel onbegroeid (§ 3.3.). Veronderstellende dat het ondiepwaterareaal achter de vooroeververdedigingen begroeid kan raken, kan de prognose over het potentieel begroeibaar areaal naar boven bijgesteld tot naar schatting 45% van het totale meeroppervlak.

Het bovenstaande in ogenschouw nemend, wordt de ecologische potentie en als haalbaar streefbeeld voor het VZ bij een geleide natuurontwikkeling met betrekking tot de visstand als volgt ingeschat:
- in de **ondiepere arealen** (< 4 m; 45% van het meeroppervlak) die overgroeid zijn met ondergedoken planten en met oeverplanten is er de potentie voor de ontwikkeling van een snoek/zeelt gemeenschap;
- in de **diepere arealen** (> 4 m; 55% van het meeroppervlak) van het water is de potentie voor de ontwikkeling van een roofvisstand bestaande uit baars, snoekbaars en grotere snoek.

Het ecologisch streefbeeld voor de visstandsontwikkeling in het VZ omvat derhalve globaal twee deelbiotopen, die als zodanig twee aparte beheerseenheden vormen. In het visstandsbeheersplan is nagegaan welke omvang de predatorbestanden in beide deelbiotopen zouden moeten hebben om een voldoende predatiedruk op de witvisstand te genereren (tabel 1). Op basis hiervan is de benodigde inrichting van het deelhabitat voor snoek ingeschat (tabel 2). Uit deze analyse komt naar voren dat voor een duurzaam en zelfregulerend Volkerak -onder ideale omstandigheden- bij een P-gehalte van 0,08 en 0,1 mg P/l een areaalbeslag van geschikte emergente oevervegetatie gewenst is van respectievelijk 275-365 ha (6-8% van het meeroppervlak) en 365-505 ha (8-11% van het meeroppervlak) en van de submerse vegetatie van 1100-1460 ha en 1460-2020 ha (tabel 2). Het totale areaalbeslag van de vegetatie bedraagt daarmee voor de twee fosfaat scenario's respectievelijk 30-40% en 40-50% van het totale meeroppervlak.

Een analyse van de gegevens van kleinere wateren leert dat de recrutering van jonge snoek meest beperkt wordt door de hoeveelheid opgaande vegetatie, zoals riet, liesgras en paardestaart. Het belang van opgaande vegetatie voor de ontwikkeling en in standhouding van een goede snoekstand wordt bevestigd door literatuur gegevens: zo verdween in Oneida Lake de met snoek vergelijkbare "grass pickerel" nadat de opgaande vegetatie na instelling van een vast waterpeil was verdwenen. Dit ondanks het feit dat in het heldere meer ondergedoken waterplanten bleven bestaan. Het belang van de opgaande vegetatie als opgroeigebied wordt bevestigd door recent onderzoek dat in opdracht van RWS Directie Flevoland is uitgevoerd naar de rol van emergente en submerse vegetatie voor jonge snoek: onder gecontroleerde omstandigheden herbergden rietgordels die aan open water grensden eind juli ca. 9.000-12.000 snoekjes per ha, terwijl per ha ondergedoken waterplanten 300-500 stuks per ha werden aangetroffen.

De inrichtingseisen zoals geformuleerd in het visstandsbeheersplan (tabel 1, 2) zijn berekend onder voorwaarde van ideale omstandigheden. Dat wil zeggen elk jaar een zekere recrutering van minimaal een gemiddelde omvang van 4.000-5.000 snoekjes per ha opgroeigebied. In praktijk zal deze recrutering echter kunnen variëren tussen de 2.000 (slecht jaar) en 13.000 (goed jaar) snoekjes per ha. De speelruimte om in ongunstige jaren de benodigde recrutering te genereren is in de vastgestelde inrichtingsvarianten derhalve gering en de "robuustheid" van ecosysteem zal naar verwachting beperkt zijn. Om in ongunstige jaren toch voldoende recrutering te verkrijgen is een groter areaalbeslag aan opgroeiareaal gewenst.

Ons baserend op de meest produktieve snoekwateren wordt het noodzakelijk geoordeeld om 15% van het VZ te laten beslaan door opgaande vegetatie functionerend als opgroeigebied voor snoekjes tot ca. 10 cm. Deze 15% opgaande vegetatie functioneert echter alleen optimaal als er een gevarieerde structuur in aanwezig is van afwisselend opgaande vegetatie en "open-water" gevormd door watergangen en poelen, die in de zomer in meer of mindere mate begroeid zijn met waterplanten. Een voorbeeld van een inrichting als deze wordt gevormd door Paaigebied Snoek Dintelse Gorzen-West. Bekend is dat snoekjes - gerekend vanaf het open water - een halfopen rietvegetatie niet verder intrekken dan 3 m. Een optimale breedte van emergente opgroeizones grenzend aan open water is derhalve ca. 3 m. Bij de gewenste verhouding vegetatie : open water van 1:2 tot 1:3, zou 30-50% van het meer oppervlak uit dergelijke wetlands (broek- en waterlanden/nat-dras gebieden) moeten bestaan. Alleen onder die voorwaarden kan zich, in het door onderwaterplanten gedomineerde meer, een snoekpopulatie handhaven die zonder menselijk ingrijpen in staat geacht kan worden de overige visstand te controleren. In tabel 3 zijn de streef- en grenswaarden samengevat voor het VZ als helder aquatisch ecosysteem.

2.3. Snoekhabitat: karakteristieken water- en oevervegetatie

De vereisten die snoek aan zijn omgeving stelt zijn hoog. Vooral als de dimensionering van inrichtingscomponenten beschouwd wordt die gewenst is om een compensering van natuurlijke minima in reproduktie mogelijk te maken. Natuurlijke snoekpopulaties floreren dan ook in gebieden waar ieder jaar een overvloed aan vegetatie in de verschillende vormen beschikbaar komt. Maatregelen die gericht zijn op optimalisering van snoekpopulaties dienen een ruime beschikbaarheid van geschikte vegetatietypen tot doel te hebben.

De twee belangrijkste componenten in het snoekhabitat worden gevormd door de onderwatervegetatie en de opgaande (emergente) vegetatie die elk belangrijke functies in de levenscyclus van de snoek vervullen.

emergente vegetatie

De emergente vegetatie heeft een functie als:
- kraamkamergebieden;
- schuilgebied en foerageergebied voor planktivore en insectivore snoek tot 10-15 cm;
- winterrefugium voor snoek tot een lengte van ca. 60 cm;
- uitvalsbasis en jachtgebied van visetende snoek van 10-60 cm.

kraamkamergebieden

De paaitijd van snoek valt in de periode eind maart-eind april. Randvoorwaarden voor een geschikt kraamgebied is luwte en de aanwezigheid van paaisubstraat. Rietgordels en biezenvelden vormen goede windschermen, maar zijn ongeschikt als paaisubstraat. Voor de depositie van eieren zijn zachte structuren van meest overblijvende grassen, russen, en liesgras geschikt. De paaisnoeken moeten over het paaisubstraat kunnen zwemmen. De waterdiepte is minimaal 25 cm en doorgaans niet meer dan 60 cm. De arealen liggen beschut zodat de depositie van zwevende stof op de eieren te verwaarlozen is en het water in het vroege voorjaar snel opwarmt. Door het stijgen van de watertemperatuur wordt in de ondiepe zones de produktie van algen gestimuleerd en van zoöplankton dat het voedsel vormt voor de juveniele snoekjes.

opgroeigebieden

Bij een lengte van ca. 10 cm begeven de snoekjes zich van de kraamarealen naar de opgroeigebieden, bestaande uit emergente rietvegetaties, gemengd met andere helofyten (egelskop, gele lis). Hoge stengeldichtheden scheiden de kleine snoek van de grotere individuen. Ondieper water accentueert de ruimtelijke scheiding. De bezetting per oppervlakte eenheid van emergente velden hangt af van de bereikbaarheid van voedsel. Geïnundeerde vegetaties met bovenstaande waterkolom worden in principe over het gehele oppervlak gebruikt. Rietvelden en dergelijke over een strook van 2-3 m grenzend aan open water.

Bij een lengte van 4-7 cm is er sprake van een dichtheidsafhankelijke regulering onder de snoekjes. Doorgaans is er in goede kraamkamergebieden sprake van een overconcentraties die door het wegtrekken vanuit de kraamgebieden teniet wordt gedaan. De migratie kan beperkt zijn maar zich ook over kilometers uitstrekken. Alles heeft te maken met de aanwezigheid van emergente planten en de aanwezigheid van juveniele snoeken (4-7cm) die zich daar al gevestigd hebben. Na deze eerste migratie periode zijn de snoekjes sedentair. Ze bezetten een habitat en een ecologische nis (planktivoor en insectivoor) tot een lengte van 10-15 cm. Na het bereiken van deze maat gaan zij doorgaans over op visvoedsel en bestaat de neiging om andere woongebieden te kiezen.

Per ha emers opgroeigebied kunnen gemiddeld zo'n 4.000-5.000 snoekjes recruteren. Resultaten van recent onderzoek dat in opdracht van RWS Directie Flevoland is uitgevoerd naar de rol van emergente en submerse vegetatie voor jonge snoek komen hiermee overeen: rietgordels die aan open water grensden herbergden eind juli ca. 5.000-8.000 snoekjes per ha, terwijl per ha ondergedoken waterplanten 300-500 stuks per ha werden aangetroffen.

refugium
Wanneer in het najaar de submerse vegetatie afsterft, trekken de daarin verblijvende snoeken zich terug in de emergente oeverzone om predatie door grotere soortgenoten die het open water bevolken te ontlopen.

uitvalsbasis, jachtgebied snoek tot ca. 60 cm
Een deel van de snoekpopulatie tot een lengte van ca. 60 cm heeft de emergente vegetatie als belangrijkste verblijfplaats. Afhankelijk van de omvang van het areaal aanwezig submers recruteert een variabel deel van de éénzomerige snoek. Is er geen submers aanwezig dan is de emergente gordel voor snoek van ca. 10-60 cm de enig mogelijke verblijfplaats. In dat geval vindt er een regulatie plaats die met name de jonge snoekjes treft. Doorgaans is het resultaat dat er zeer weinig snoekjes recruteren.

submerse vegetatie
De submerse vegetatie vormt het verblijf- en foerageergebied van snoeken van ca. 15-60 cm. Deze koloniseren vanuit de emerse vegetatiegordel het submers wanneer dit in de loop van het seizoen voldoende is ontwikkeld. De ondergedoken waterplanten sluiten bij voorkeur aan op de arealen met emergente planten in de vorm van brede corridors. De geprefereerde onderwatervegetaties worden gedomineerd door kranswieren, waterpest, aarvederkruid, waterranonkel, blaasjeskruid en andere planten die ruimtelijk complexe structuren vormen. Fonteinkruiden, in het bijzonder de soorten met lijnvormige bladeren (schedefonteinkruid) worden matig gewaardeerd.

3. ECOLOGISCHE STATUS VOLKERAK-ZOOMMEER

3.1. Status visstand

In de zich ontwikkelende visstand van het VZ spelen de ontwikkelingen in de witvisstand (in het bijzonder brasem en blankvoorn) en de roofvisstand (baars, snoekbaars, snoek) een centrale rol. In de voedselketen algen -> zoöplankton -> vis is de omvang van het planktivore visbestand van bepalend belang: overschrijdt dit bestand een bepaalde (kritische) dichtheid dan vindt overexploitatie van het zoöplankton plaats en kan doordat de graasdruk op de algen wegvalt een onbelemmerde groei van dit organisme optreden. Het gevolg is een sterk verhoogde algendichtheid leidend tot een vermindering van het doorzicht in de waterkolom.

De kritische biomassa van de planktivore jagers, dat wil zeggen de biomassa waarbij de predatiedruk zo hoog is dat de groei van het zoöplankton wordt onderdrukt na de voorjaarsbloei, hangt samen met de produktie die watervlooien in een water kunnen realiseren. Deze samenhang is niet gekwantificeerd. Daarom wordt voor alle wateren tot nu toe tentatief de grens van de kritische biomassa van planktivore jagers op 25 kg/ha gesteld. Voor filteraars die de watervlooien efficiënter kunnen begrazen wordt een lagere kritische biomassa aangehouden van 15 kg/ha.

De status van de visstand van het Volkerak-Zoommeer in 1992 wordt beschreven in Ligtvoet et al. (1993). Een overzicht van de ontwikkeling van de visstand over de jaren 1989-1992 is gegeven in tabel 4. Op basis van de gegevens in Ligtvoet et al. (1993) wordt onderstaand een korte karakteristiek gegeven wat betreft de ontwikkeling van de planktivore visstand en de roofvisstand.

3.1.1. Planktivore vis

De ontwikkelingen in het VEZ tot op heden lijken de veronderstelde kritische biomassa van 25 kg/ha voor planktivore vis te bevestigen. In tabel 5 is de biomassa van planktivore jagers (vis < 15 cm vorklengte) in de loop van de jaren 1987-1992 weergegeven, zoals die einde jaar bepaald is aan de hand van kuilvisserijen (Ligtvoet et al., 1991a, b; 1992; 1993).

De geschatte omvang van het bestand aan planktivore jagers in juli ligt boven de veronderstelde kritische biomassa van 25 kg/ha. Dit wijst erop dat het verminderde doorzicht dat in de zomer van 1992 is waargenomen (§ 1.3.) samenhangt met het explosief toegenomen planktivore bestand.

Het bestand aan planktivore filteraars (grotere brasem) is zowel in het Volkerak als in het Zoommeer in de periode 1987-1992 onder het kritisch niveau van 15 kg/ha gebleven (tabel 4).

3.1.2. Roofvis

Het roofvisbestand bestaat uit baars en snoekbaars (tabel 4). Snoek wordt vrijwel niet aangetroffen in het Volkerak-Zoommeer (Ligtvoet et al., 1993).

Werd het visbestand in de periode 1989-1991 gedomineerd door de perciden (baars, snoekbaars, pos) die tezamen doorgaans meer dan 70% van de visbiomassa omvatten, in 1992 omvatten de perciden en cypriniden elk ongeveer 50% van het bestand (tabel 4). Binnen de perciden is het aandeel roofvis (baars en snoekbaars) in het Volkerak sterk afgenomen, hetgeen grotendeels samenhangt met een verdere afname van de baarsstand. Omvatte dit bestand in 1990 nog ca. 28,5 kg/ha, in 1992 is dit teruggelopen tot 13,5 kg/ha. In § 4.1.2. wordt hier nader op ingegaan.

In het Zoommeer is de roofvisstand bestaande uit baars en snoekbaars toegenomen, maar is de blankvoornstand nog sterker gegroeid (tabel 4).

Ter beoordeling van de status van het aanwezige predator en prooivisbestand is in tabel 6 voor de verschillende ecologische groepen het aanwezige bestand aan piscivore perciden en prooien (cypriniden) weergegeven. De biomassa ratio piscivore perciden: cypriniden bedraagt in het Volkerak 0,83 en in het Zoommeer 0,65. In de beoordeling van de predator/prooi verhouding is echter de verhouding tussen de groep kleinste planktivore cypriniden en het daadwerkelijke piscivore bestand het meest relevant. Op basis van de maaganalyses (§ 3.3.) is vastgesteld dat zowel snoekbaars als baars > 15 cm grotendeels piscivoor is (Ligtvoet et al., 1993). In het Volkerak bedraagt dit piscivore bestand 14,4 kg/ha, in het Zoommeer 10,4 kg/ha (tabel 6). De ratio tussen piscivoren en cypriniden < 15 cm in het Volkerak komt daarmee op 0,83 en in het Zoommeer op 0,33 (tabel 6). Dit is in vergelijking met de situatie in 1991 een dramatische omslag, toen de verhoudingen in het Volkerak en Zoommeer respectievelijk 12,1 en 6,5 bedroegen (Ligtvoet et al., 1992).

3.2. Status als snoekhabitat: oever- en waterplanten

oeverplanten

Het areaal oeverplanten is nog uiterst beperkt. De totale omvang van het areaal aan oeverplanten omvat minder dan 1% van het meeroppervlak. De oeverplanten groeien vrijwel niet het meer in. Op enkele plekken is zeebies het water in gegroeid tot een diepte van ca. 20-25 cm; riet is niet dieper aangetroffen dan ca. 10 cm.

Entingsproeven waarbij wortelstokken van riet tot een diepte van ca. 60 cm zijn ingeplant, hebben uitgewezen dat de huidige condities in het VZ in beginsel niet beperkend zijn voor een goede groei van het riet. Dit duidt erop dat het achterblijven van de ontwikkeling van de oeverzone bovenal beperkt wordt door vestigings- en kolonisatiemoeilijkheden.

Factoren die een uitbreiding van de emergente vegetatie bemoeilijken zijn:
- ontbreken van een natuurlijk waterpeilverloop, en;
- (daardoor) een traag verloop van het ontziltingsproces;
- vraat door watervogels.

waterplanten

Het areaal aan waterplanten heeft zich de afgelopen jaren sterk uitgebreid en momenteel wordt de totale omvang van de submerse vegetatie geschat op ca. 35% van het meeroppervlak. De belangrijkste soorten zijn tenger fonteinkruid en waterpest. Opvallend is dat de vegetatie vooral tot ontwikkeling komt buiten de vooroeververdedigingen, in een dieptezone van 0,5-5 m. De ondiepe arealen achter de vooroeververdedigingen (0-0,5 m diep) blijven grotendeels onbegroeid. De oorzaken voor het uitblijven van een uitbundige waterplantengroei op de ondiepten zijn onbekend (H. Schutten, J. v.d. Velde, pers.med.). Als mogelijke factoren kunnen worden genoemd:
- begrazing door watervogels;
- optreden van sterke stroming achter de vooroeververdediging;
- (in relatie tot twee voorgaande factoren) te weinig variatie in ruimtelijke structuur.

Achter de vooroeververdediging kan de waterverplaatsing onder invloed van wind aanzienlijk zijn. Bij verandering van windrichting zijn stroomsnelheden van naar schatting 1-2 m/sec bij windsterkten van 5-6 niet ongewoon (J. Kampen, pers.med.). Ook de problemen waarmee de proefmatige beheersvisserij met hokfuiken in mei/juni 1992 werd geconfronteerd duiden op grote waterverplaatsingen: een onverwacht grote inspanning moest worden geleverd om de hokfuiken en keernetten te ontdoen van grote hoeveelheden draadwier die voortdurend de netten verstopte die bij de openingen in de vooroeververdedigingen waren geplaatst.

Het voorkomen van waterplanten in de onderwatersloten achter de vooroeververdediging van de Krammerse slikken illustreert dat wanneer er een ruimtelijke structuur met diepere, luwer gelegen arealen aanwezig is een ontwikkeling van de onderwatervegetatie mogelijk is. Mogelijk wordt bij een dergelijke structuur zowel de begrazing door vogels als de invloed van de stroomsnelheid verminderd.

3.3. Functioneren van het volkerak-zoommeer als eutroof microcystus water

De ontwikkeling van de visstand in 1992, toen voor het eerst een maximale dichtheid aan planktivore vis optrad markeert een omslagpunt in het functioneren van het VZ. Onderstaand wordt kort geschetst hoe het VZ als eutroof **Microcystus** meer heeft gefunctioneerd vóór 1992, in 1992 en welke scenario's na 1993 mogelijk zijn.

3.3.1. Volkerak-zoommeer 1987-1991

Diepe eutrofe wateren (> 2,5 m) zijn doorgaans door het blauwwier Microcystis gedomineerde systemen. Voorbeelden daarvan zijn de grind- en zandgaten die in open verbinding met de rivieren staan en het grootste zoetwatersysteem binnen Nederland: het Ijsselmeer. In dergelijke meren is er doorgaans sprake van een seizoenale successie van kiezelwieren, groenwieren en blauwwieren. De mate van voorkomen van deze fototrofe micro-organismen in de waterkolom en daarmee de samenhangende helderheid van het water, is nauw gekoppeld aan de omvang en samenstelling van de visstand. Indien er weinig vissen aanwezig zijn worden de algen vanaf april/mei door de graas van zoöplankton onderdrukt en is de waterkolom helder. Na de voorjaarspiek van de watervlooienpopulatie vertoont deze medio juni een tijdelijke neergang. Dit heeft een tweede bloei van algen tot gevolg en een verminderde helderheid. De watervlooien nemen opnieuw in dichtheid toe, de algendichtheid neemt als gevolg van begrazing en het doorzicht hersteld zich. De helderheid blijft gedurende de winter gehandhaafd doordat de lichtintensiteit en de lage temperatuur beperken in hun groei tot het volgende voorjaar. Het Volkerak-Zoommeer is een voorbeeld van een dergelijk watersysteem in de periode 1987-1991.

3.3.2. Volkerak-zoommeer 1992

Wanneer alleen planktivore vissen aanwezig zijn die hun voedsel bemachtigen door de watervlooien een voor een te bejagen ("planktivore jagers") dan blijft de voorjaarspiek in de watervlooienpopulatie bestaan. De produktie van de watervlooien populatie overstijgt doorgaans de predatie door vis. In dergelijke wateren is er sprake van een heldere waterfase tot de voorjaarsbloei van watervlooien is afgelopen. Na de afsterffase herstelt de populatie aan watervlooien zich niet meer omdat de planktivore jagers het zoöplankton nu wel kunnen onderdrukken. Daardoor krijgt Microcystus in de zomer de gelegenheid onbelemmerd te groeien. Na het afsterven van de algen in het najaar wordt het water opnieuw helder en blijft dat gedurende de winterperiode. Het VZ in 1992 is een voorbeeld van een dergelijk watersysteem.

3.3.3. Volkerak-zoommeer 1993 en verder

Wanneer er naast planktivore jagers brasem in het water aanwezig is die de watervlooien uit de waterkolom filtert, kan er afhankelijk van de biomassa die zij vertegenwoordigen en van de grootte van deze vissen het volgende beeld ontstaan:

1. Dominantie van kleinere brasem

   In wateren waar individuen tot 25 cm 80% van de biomassa uitmaken komt doorgaans gedurende het groeiseizoen geen groot zoöplankton tot ontwikkeling. In de zomer is er een overmatige algengroei die samen met opgewerveld bodemmateriaal de waterkolom ondoorzichtig maakt. In de winterperiode is het water onder invloed van de activiteiten van deze vissen permanent vertroebeld.

2. Dominantie van grote brasem

   In wateren waar een aantal jaren geen sterke jaarklassen van brasem zijn gevormd of waar het beheer erop is gericht om de kleine brasem te onderdrukken is er sprake van een dominantie van grote brasem en de aanwezigheid van andere planktivore soorten, zoals blankvoorn en baars. In dergelijke wateren filtert grote brasems de waterkolom even efficiënt als de kleinere brasems, maar zij zijn niet in staat om watervlooien kleiner dan 1 mm te bemachtigen. Derhalve is er in dit geval doorgaans sprake van een voorjaarsbloei van zoöplankton en van een heldere waterfase als boven omschreven. Voorbeelden van dergelijke wateren zijn het IJsselmeer en de Friese (Oscillatoria) meren.

4. GEANTICIPEERDE ONTWIKKELING

4.1. Visstand

4.1.1. Planktivore vis

planktivore jagers

De belangrijkste planktivore jagers in het VZ zijn nu de blankvoorn, baars en de pos. Verrekenen we de mortaliteit in de periode november-mei en veronderstellen we dat de biomassa van éénzomerige vissen na medio juli niet meer toeneemt, dan was er medio juli 1991 ca. 8 kg/ha en medio juli 1992 ca. 30 kg/ha aanwezig (tabel 3). De kritische grens was daarmee voor het VZ duidelijk overschreden, zodat er na de voorjaarsbloei geen herstel van de zoöplankton populatie kon optreden (af te lezen uit het verminderde doorzicht na medio juli 1992).

Van alle drie de planktivore jagers zijn -getuige de succesvolle recrutering in 1992- goede paaipopulaties aanwezig. De recrutering van de afzonderlijk soorten hangt ondermeer af van de specifieke klimatologische condities in het voorjaar, door de onderling optredende concurrentie van planktivore vissen en van de uitgeoefende predatiedruk. Voedselonderzoek heeft uitgewezen dat de twee belangrijkste aanwezige predatoren baars en snoekbaars in 1992 vooral op blankvoorn en pos predeerden en veel minder op (planktivore) baars (Ligtvoet et al., 1993).

De omvang van de jaarlijkse recrutering hangt mede samen met de "produktieruimte" die voor het broed beschikbaar is. De totale bruto produktiecapaciteit voor planktivore vis in het VZ bij een P-gehalte van 0,1 mg/l wordt geschat op ca. 120 kg (tabel 1). Deze kan worden ingevuld door een maximale biomassa van 40 kg éénzomerige vis (P/B ratio 3:1) zoals in het VZ in 1992 (tabel 4), door maximaal 90 kg meerzomerige planktivore vis (P/B ratio 1,3:1) of door een mix van éénzomerige en meerzomerige bestanden.

Of in het voorjaar van 1993 een voorjaarsbloei van zoöplankton heeft plaatsgevonden, zal afhangen van de sterfte die in het winterhalfjaar onder de planktivore vissen plaatsvindt. Deze sterfte varieerde bij blankvoorn en baars tot nu toe tussen de 50-90%. De sterfte onder de pos is in de winterperiode en in het voorjaar zeer hoog en bedraagt bijna 100%. Deze ten opzichte van baars en blankvoorn hoge sterfte wordt geweten aan het feit dat eenjarige individuen allemaal aan het voortplantingsproces deelnemen en zich energetisch uitputten. De omvang van de pospopulatie aan het begin van het groeiseizoen is derhalve niet in te schatten.

Bij een lage sterfte in het winterhalfjaar zal naar alle waarschijnlijkheid al in de loop van het voorjaar de kritische dichtheid voor planktivore vis worden overschreden en zal de helderwaterfase van korte duur zijn (mogelijk tot medio juni). Bij een hoge sterfte in het winterhalfjaar zal de kritische biomassa later worden bereikt en loopt de helderwaterfase af wanneer de voorjaarsbloei van het zoöplankton afneemt (in juli). Voor 1993 wordt verwacht dat de kritische dichtheid aan planktivore jagers al vroeg in het seizoen zal zijn overschreden, omdat in samenhang met de toename van de planktivore witvisstand de groei van jonge baars is vertraagd, waardoor deze de komende jaren langer planktivoor blijft.

planktivore filteraars: brasem

Het bestand aan geslachtsrijpe brasem dat in 1992 aanwezig was, is qua biomassa aanzienlijk groter dan dat van blankvoorn, toch vond geen recrutering van betekenis plaats. De reden daarvan is onbekend. Wel werd geconstateerd dat brasem tijdens de paaitijd werd gevangen met ontwikkelde gonaden, maar dat deze ook nog ver in het seizoen niet gerijpt waren.

Het is waarschijnlijk dat de brasem zich in 1993 met groter succes zal voortplanten. De komende jaren zal de brasempopulatie toenemen tengevolge van de recrutering van sterke jaarklassen. Als daarvan al in 1993 sprake is, dan zal dat tot een nader vast te stellen invulling van de biomassaruimte voor planktivore vis leiden.
Naar verwachting zal tengevolge van de verhoogde competitie sprake zijn van een vertraagde groei van de andere soorten in vergelijk met de voorgaande jaren. Einde 1994 recruteren deze brasems dan als potentieel filterend visbestand. Uitgaande van een overleving van ca. 70% in de loop der jaren (vastgesteld voor de periode 1989-1992) en een recrutering van 10-20 kg/ha als 0+ vis in 1993, zou er aan het begin van het groeiseizoen 1995 30-60 kg/ha aan planktivore filteraars aanwezig zijn.

Het kan niet worden uitgesloten dat een dergelijke biomassa al van meet af aan de watervlooien populatie merkbaar beïnvloedt en dat daardoor de periode waarin er sprake is van een heldere waterfase vanaf 1995 aanmerkelijk wordt bekort.

4.1.2. Piscivore vissen

baars, snoekbaars

Onder de piscivore baarzen is de afgelopen twee jaar een sterke daling geconstateerd. Het percentage grotere baarzen (25-40 cm) dat uit de populatie verdwijnt is abnormaal hoog met name in het Volkerak. De afname van grote baars in het Zoommeer vertoont een veel normaler beeld. Van 1990-1991 ging er in het Volkerak ca. 13 kg/ha biomassa verloren en in 1991-1992 nog eens 11 kg/ha (Ligtvoet et al., 1993). De afname wordt niet gecompenseerd door een verhoogde recrutering. Weliswaar is de numerieke aanwas van jonge baars toegenomen in 1992, maar de groei van deze vissen is ten opzichte van vorige jaren vertraagd en het ligt in de lijn van de verwachtingen dat dit verschijnsel zal toenemen.

De vermindering van het bestand aan grote baarzen kan alleen door wegtrek en/of door vogelpredatie worden verklaard. Welke van de twee factoren speelt is niet duidelijk, maar predatie door aalscholvers lijkt het meest waarschijnlijk. Voor 1992 is de totale visconsumptie door aalscholvers geraamd op ca. 25-30 kg/ha (ligtvoet et al., 1993), hetgeen qua orde van grote de verliezen aan grote baars ruim dekt.

De snoekbaarspopulatie is in het Volkerak qua biomassa al enige jaren constant. Ook hier zijn de sterfte percentages vanaf het 1+ stadium als te hoog te kwalificeren (Ligtvoet et al., 1992). Tot nu toe worden de stuksverliezen gecompenseerd door gewichtstoename van exemplaren die boven de voor vogels kwetsbare afmeting zijn gegroeid. Een toename van de snoekbaarsstapel boven het huidige niveau van ca. 10 kg/ha tot een niveau van 15 kg/ha is in het VEZ in principe mogelijk, maar ligt onder de huidige omstandigheden niet in de lijn der verwachtingen.

De resultante van de ontwikkelingen in baars- en snoekbaarsbestand is een afname van een maximale biomassa van 30-40 kg in de jaren 1989-1991 tot ca. 23 kg/ha in 1992. Het is niet uit te sluiten dat aalscholverpredatie de biomassa aan roofvissen beneden de gemiddeld 25 kg/ha zal houden. Daarmee komt de beheersing van planktivore vis door roofvis in gevaar.

De verminderde predatie door roofvis zou kunnen worden gecompenseerd door aalscholvers. Daartoe is het nodig dat er 3.000 aalscholvers gedurende 200 dagen permanent sociaal vissen op de scholende vormende planktivore vissen.

snoek

Op dit moment zijn geen gunstige condities voor snoek aanwezig (§ 3.2.). Er is momenteel geen habitat voor snoek voorhanden en derhalve is er geen snoekpopulatie. Incidenteel wordt een grotere snoek gevangen. De ontwikkeling van de snoekpopulatie hangt sterk samen met het beschikbaar komen van kraamkamers en opgroeigebieden en met de ontwikkeling van emerse vegetatie en in het water ingroeiend struikgewas.

Om de ontwikkeling van het snoekhabitat te stimuleren wordt beoogd op het VZ een meer natuurlijk waterpeilbeheer in te stellen. Onderstaand zal worden nagegaan welke effecten mogen worden verwacht van het in te stellen natuurlijk waterpeilregime.

4.2. Ontwikkeling snoekhabitat: effecten van het voorgestelde natuurlijk waterpeilbeheer

Randvoorwaardelijk voor het tot ontwikkeling brengen van een oever- en moerasvegetatie is het instellen van een natuurlijk waterpeilregime, met hoge peilen in de winter en lagere in de zomer. Bij het instellen van een natuurlijk peil worden abiotische processen als inundatie en droogval en erosie en sedimentatie gestimuleerd en deze sturen de natuurontwikkeling. Het littoraal, de zone die periodiek onder water staat, wordt uitgebreid. Om de ontwikkeling van de oevervegetatie te stimuleren wordt voor het Volkerak-Zoommeer een natuurlijker waterpeilregime ingesteld. Beoogd wordt in eerste instantie een maximum peilverschil van 30 cm te realiseren door ten opzichte van het huidige peil een zomerpeil van 20 cm -NAP en een winterpeil van 10 cm +NAP in te stellen. Het streven is erop gericht op den duur een peilverschil van 40 cm tot stand te brengen.

In Van der Velden et al. (1992) wordt voor verschillende waterpeilalternatieven een inschatting gemaakt van de mogelijkheden om permanent in het water aanwezige emergenten te verkrijgen. Uitgaande van een lineaire verdeling in de diepteranges van NAP tot 1,5 -NAP en een uitbreiding van de oeverzone van 10 ha per cm peilverschil wordt daarbij ingeschat dat de totale oeverzone bij 30 cm peil verschil ca. 300 ha zal bedragen.

Bij een waterpeilverschil van 30 cm wordt een paaiareaal voor snoek geprognostiseerd van 28-110 ha (Van der Velden et al., 1992). Het paaiareaal zoals omschreven door Van der Velden et al. (1992) betreft opgaande helofytenvegetaties en deze vegetaties fungeren eveneens als opgroeiareaal voor snoekjes vanaf ca. 10-15 cm. Zoals in § 2.3. is vastgesteld, is wat betreft areaalbeslag de omvang van het benodigde opgroeigebied het meest beperkend. In feite is het door Van der Velden et al. (1992) geschatte areaal als paai- en opgroeigebied door de gebruikte methodiek met 50% overschat. Als optimale inrichting voor snoek is uitgegaan van een verhouding tussen vegetatie en open water van 1:1. Dit betekent dat 50% van het areaal van 28-110 ha open water is en dat niet meer dan 14-55 ha bestaat uit emergente vegetatie die functioneert als paai- en opgroeigebied. Ervan uitgaande dat het ontwikkelde emers als opgroeigebied moet functioneren, kan worden geconcludeerd dat dit qua areaalbeslag van 14-55 ha beslist onvoldoende is: benodigd is een emergente zone van enkele honderden hectares (§ 2.2.; tabel 2).

Vastgesteld kan worden dat de bestaande morfologie in de ondiepwaterarealen een groot tekort aan potentieel oeverareaal heeft. Onafhankelijk van welk waterpeilbeheer wordt toegepast zal zonder uitbreiding van de oeverlengte de hoeveelheid opgroeigebied voor snoek (veel) te weinig zijn.

4.3. Prognose

Van de huidige roofvisstand gevormd door baars en snoekbaars is geen merkbare beïnvloeding van de planktivore visstand te verwachten. In 1992 is de predator/prooivis ratio drastisch veranderd (tabel 6). Naar alle waarschijnlijkheid zal de omvang van het roofvisbestand de komende jaren zelfs nog verder afnemen als gevolg van de toenemende competitie van planktivore witvis met jonge baars (-> vertraagde groei, zie Ligtvoet, in druk) en de optredende verliezen van grotere baars (aalscholverpredatie).

Aan de hand van de ontwikkeling van de planktivore visstand mag verwacht worden dat er tot en met 1994 een periode van helder water is die zich tot einde juni-medio juli uitstrekt. Vanaf 1995, wanneer in het VZ een bestand aan planktivore filteraars (brasem) aanwezig zal zijn, is de kans daarop kleiner. Verzwakking van de vegetatie vanwege een verslechterd lichtklimaat zal worden versneld doordat de brasems in afwezigheid van groot zoöplankton de bodem zullen opwoelen op zoek naar voedsel. Als gevolg van overbegrazing en bodemwoeling zal het doorzicht zal afnemen tot 0,5-1,5 m diepte.

Hierdoor zal het beschikbaar oppervlak voor waterplanten afnemen in het Volkerak en Zoommeer tot ca. 1400 ha, ofwel ca. 20% van het totale meeroppervlak. Als ondieper dan 0,5 m nog steeds geen waterplanten groeien wordt het begroeid oppervlak gereduceerd tot 15% van het oppervlak (Schutten et al., 1991).

Daarnaast zal zonder extra ingrepen (vergroting oeverlengte) het voorgestelde peilbeheer slechts in geringe mate de beoogde ontwikkeling van de oeverzone stimuleren, zodat het perspectief voor een helder-watersyteem met een snoekgedomineerd visgemeenschap in de overgroeide arealen en een baars/snoekbaars gedomineerde visgemeenschap in het open water ontbreekt.

Het toekomstbeeld voor het VZ bij een autonome ontwikkeling met betrekking tot de waterkwaliteit is dus weinig hoopvol: toenemende dichtheden in de waterkolom van algen en met bodemmateriaal en de lengte van de periode met helder water wordt korter. Als gevolg van het verslechterend lichtklimaat zal het areaal waterplanten afnemen. Het Volkerak-Zoommeer glijdt zo af naar een troebel ecosysteem.

4.4. Onzekerheden, praktijkwaarde onderbouwend model

Enigszins gechargeerd kan gesteld worden dat de status van onze kennis van aquatische ecosystemen te gering is om genuanceerde voorspellingen te doen. Het staat niet vast dat het VZ na 1995 vertroebelt, maar waarschijnlijk is het wel. We weten niet of de waterplanten zullen gaan kwijnen, maar de kans erop is groot.

Vastgesteld kan worden dat er twee alternatieven evenwichten in eutrofe meren bestaan en dat het VZ de mogelijkheden heeft om helder en door planten gedomineerd te zijn. Als planten een waterareaal overgroeien zijn zij een allesoverheersende factor. Echter, hun voorkomen hangt af van veel factoren en is nog niet geheel begrepen. Zo zijn naast de waterkwaliteit (doorzicht) bijvoorbeeld ook de temperatuur in het voorjaar en vraat door herbivore vogels van belang. De invloed van het weer blijkt uit het wisselend succes van kranswieren in het Naardermeer en het Veluwemeer. In de afwezigheid van waterplanten is de visstand dan van belang. Immers, dan gaat plotseling de invloed van een planktivoor bestand gelden. Daarom is het gewenst om naast de planten een tweede controle mechanisme te hebben dat de omvang van de planktivore en ook van de bodemmwoelende vissen beperkt.

In het visserijkundig beheer van het VZ is in het verleden voor deze laatste optie gekozen. Daarbij werd er vanuit gegaan, dat de predatie van witvissen in het open water voor rekening kwam van grote baarsachtigen (Baars, Snoekbaars) die daar een biomassa van 30-40 kg/ha vertegenwoordigden. Deze optie brengt de volgende onzekerheid met zich mee:

- De raming van de gewenste produktie van snoek berust op een modelmatige benadering die nog niet is getoetst in de praktijk van het Nederlandse water. De belangrijkste beperking van dit model is dat er gewerkt wordt met een schatting van de produktie aan éénzomerige planktivore vissen die overeenstemt met ramingen uit de vakliteratuur, maar die nog niet is gevalideerd.
- In de wateren waar het verband tussen de omvang en de samenstelling van de snoekpopulatie en tussen de omvang en samenstelling van de vegetatie werd onderzocht, betrof het emergente vegetatie met gordels van 0,5-4 m breed. Onbekend is aan welke inrichtingsaspecten opgroeigebieden moeten voldoen, die in zijn totaliteit een groot oppervlak beslaan. De specifieke karakteristieken daarvan moeten nader bepaald worden, met name is onbekend wat de gewenste schaalgrootte is en hoe, bezijden de opgaande vegetatie, de specifieke inrichtingscomponenten er uit zien.
- Door de beperkingen die aan de verspreiding van de snoek zijn opgelegd ten gevolge van de koppeling aan het voorkomen van waterplanten kan de predatie en de controle van witvis te beperkt zijn. Witvissen ontsnappen naar onbegroeid water. Daardoor kan de bezetting met snoek lokaal te hoog zijn en kan een reductie van de snoekstand optreden.

- Door de recente neergang van baars en snoekbaars is de predatie in open water afgenomen en neemt door vraat van aalscholver mogelijk verder af. Onbekend is in hoeverre een stand aan grote snoek deze afname in de toekomst zal compenseren.

praktijkwaarde

Ondanks de opgesomde onzekerheden zijn er aanwijzingen dat het gebruikte model praktijkwaarde heeft:

1. Allereerst worden met de gevolgde berekeningswijze visstanden getypeerd die qua samenstelling overeenkomstig zijn met die welke in een bepaald watertype worden aangetroffen (baars, snoekbaars in het open water; snoek in het overgroeide areaal).
2. Ten tweede wordt in het voorbeeld van Escabana Lake (119 ha) de mogelijkheid geïllustreerd om met behulp van roofvissen de prooivissen te reduceren naar zeer lage niveaus. Escabana een diep meer heeft tijdens de voorjaarsmixing een orthofosfaatgehalte van 0,08 mg/l. De oorspronkelijke visbiomassa was ca. 100-120 kg/ha. De produktie aan planktivore vis kan dan op ca. 80-100 kg/ha/jaar worden berekend. De benodigde consumptie door roofvissen ter controle van de planktivore vissen bedraagt dan 50-85 kg/ha. In dit meer werden een amerikaanse snoekbaarssoort en snoek uitgezet. Deze hebben gemiddelde biomassa's bereikt van 15 kg, respectievelijk 10 kg/ha. De intensieve visserij in aanmerking nemende is de gemiddelde bruto produktie van deze bestanden tezamen ca. 11 kg/ha, waarvoor 50-70 kg prooivis per ha wordt geconsumeerd. De gevolgen van de uitzetting waren dat de prooivisstand tot een minimum is gereduceerd. De totale visstand bedraagt nu naar schatting 45-60 kg/ha. Er is ruimte voor de veronderstelling dat de combinatie van snoek, die de oeverarealen bejaagt en van snoekbaars die in het open water foerageert, verantwoordelijk zijn voor de afname van prooivis. Daarbij is het mogelijk dat de controle tot stand kwam tengevolge van het optreden van sterke jaarklassen van de snoekbaars die in een aantal jaren resulteerde in biomassa's van 40 kg/ha van deze predator, waardoor de consumptie tot ca. 100 kg/ha toenam.

5. GEWENST BEHEER

Vanaf 1989 zijn maatregelen voorgesteld, die tot doel hadden de helderheid van het meer zo lang mogelijk te handhaven en zo snel mogelijk een zoetwater ecosysteem te laten ontstaan dat geschikt was voor een zogenaamde snoek-zeelt associatie. Een overzicht van de voorgestelde beheersmaatregelen, of ze geëffectueerd zijn en welke resultaten ermee zijn bereikt is gegeven in bijlage I.

5.1. Gewenst beheer 1993-1998

Zoals uit de voorgaande hoofdstukken naar voren is gekomen, zijn de belangrijkste knelpunten:
- het ontwikkelen/behoud van de waterplanten;
- het ontwikkelen van de oeverzones;
- het ontwikkelen van een snoekbestand in de ondiepwater arealen;
- het behouden van het omvangrijke baars- en snoekbaarsbestand in het diepe water;
- het beperken van het planktivore bestand;
- het beperken van de brasemstand.

Onderstaand is voor elk van deze aspecten de belangrijkste sturingsvariabelen genoemd. Sturingsvariabelen worden die factoren genoemd die een instrument zijn waarmee de zes systeemvariabelen (waterplanten, oeverplanten, snoekstand, baars- en snoekbaarsstand, planktivoor bestand en brasem) kunnen worden beïnvloed.

knelpunt	sturingsvariabele
- ontwikkeling/behoud van waterplanten	doorzicht diepte bodemmorfologie stroming vraat
- ontwikkeling oeverzones	waterpeilbeheer ontzilting oeverprofiel vraat
- ontwikkeling piscivore visstand-ondiep water	oever- en waterplanten waterpeilbeheer visserij uitzetten
- ontwikkeling piscivore visstand-diep water	planktivore visstand visserij predatie door watervogels
- ontwikkeling planktivore visstand	piscivore visstand omvang paaipopulatie visserij
- ontwikkeling brasembestand	omvang paaipopulatie visserij

In het navolgende wordt het beheer geformuleerd dat bovengenoemde knelpunten tracht weg te nemen. De concrete beheersdoelen hierbij zijn:
1. het tot stand brengen van de benodigde structuur in de ondiep-waterarealen ten behoeve van het ontwikkelen van een hoog produktieve snoekstand (§ 5.2.);
2. een consolidatie van de huidige ecologische status van het VZ (§ 5.3.).

5.2. Inrichting en peilbeheer

5.2.1. Structuur ondiepwaterarealen

Het beheer voortvloeiend uit de eerste hoofdlijn richt zich met name op de instandhouding en uitbreiding van de submerse vegetatie achter de vooroeververdedigingen en het tot ontwikkeling brengen van omvangrijke oeverarealen met emergente vegetatie die als paai- en opgroeigebied voor snoek kunnen dienen. De effecten van het aangepaste peilbeheer verkennend, is in § 4.2. vastgesteld dat het beoogde natuurlijker waterpeilbeheer naar alle waarschijnlijkheid slechts een geringe bijdrage zal leveren aan het stimuleren van dit snoekhabitat. Wil het streefbeeld voor het VZ worden gerealiseerd, dan zijn additionele inrichtingsmaatregelen derhalve noodzakelijk. In grote arealen dient de ontwikkeling van de oevervegetatie te worden gestimuleerd, hetzij door inrichtingswerken (afgraven, omdijken van gebieden) hetzij door aanplant. In combinatie met het tot ontwikkeling brengen van oeverzones bestaande uit emergenten is het noodzakelijk om onderwaterplantvegetaties in de ondiep-waterarealen achter de vooroeververdedigingen te stimuleren. Zonder ecologische corridoors in de ondiepwaterzone zullen de snoeken de submerse velden die grotendeels buiten de vooroevers liggen niet kunnen koloniseren.

Door het aanbrengen van verdiepingen en verondiepingen, de aanleg van eilanden en wallen de variatie in het gebied vergroot en de waterbeweging en invloed van de wind getemperd. De ontwikkeling van de onderwatervegetatie vindt spontaan plaats. De ontwikkeling van de emergente zone kan worden gestimuleerd door een specifiek waterpeilbeheer dat vraat door vogels beperkt (zie § 5.2.2.). Daarnaast kunnen de mogelijkheden worden nagegaan voor het creëren van kernen rietvegetatie door aanplant op een diepte van 40-60 cm. Op de droogvallende gedeelten worden plaatselijk wilgstruwelen tot ontwikkeling gebracht. Deze struwelen fungeren als windbreker en er ontstaan omvangrijke luwte-arealen die mogelijk als paai- en kraamkamer voor snoek kunnen dienen. De onderlinge verhouding in de inrichting tussen open-water met submers : emergente zone : droog/droogvallend areaal = 5 : 3 : 1, dat wil zeggen dat ca. 30% van het gebied kan bestaan uit geschikt opgroeigebied voor jonge snoek.

resulterend opgroeiareaal

Het totale areaal van 0-1 m diep in het Volkerak-Zoommeer wordt geschat op ca. 900-1.000 ha (Schutten et al., 1990). Wordt bovenstaande globale inrichtingsschets geprojecteerd op het areaal van 0-1 m diep dan zou maximaal ca. **300-350** ha opgroeigebied kunnen worden gerealiseerd.

5.2.2. Peilbeheer: ontwikkeling emergente oevervegetatie

Door het natuurlijk waterpeil zullen de omstandigheden voor vestiging (kieming) en uitbreiding (via wortelstokken) voor emergente soorten als riet gunstig zijn. Op het contactvlak tussen land en water zal zich in de loop van de zomer een eerste rietvegetatie ontwikkelen bestaande uit kwetsbare dunne rietstengels. De begrazingsdruk door vogels (meerkoeten, ganzen, knobbelzwanen) is op het VZ zeer groot. Het uitrasteren van een gedeelte van het paaigebied op de Dintelse Gorzen laat zien welk een uitbundige vegetatie kan ontstaan wanneer vraat door vogels ontbreekt.

Begrazing van het riet door vogels vindt vooral plaats wanneer riet onder water staat. Op het droge is de begrazingsdruk beperkt. Voor het op gang brengen van een rietvegetatie zou het derhalve wenselijk zijn wanneer gedurende de eerste twee (op zandbodems mogelijk vier) jaren het waterpeil ook in de winter laag zou blijven, dat wil zeggen op zomerpeil. De kans dat zich een sterke rietvegetatie ontwikkelt is dan het grootst (H. Drost, pers.med.). Gebaseerd op ervaringen in het Lauwersmeer wordt gesteld dat een goed ontwikkelde rietvegetatie op de droge oever in staat is het water in te groeien en omvangrijke arealen in het water te bezetten. Vanaf de oever wordt het water gekoloniseerd met volwassen stolonen. Een kleinschalig patroon van oevers en open-water -zoals met de bovenbeschreven inrichting verkregen- bevordert het ingroeien van het riet (H. Drost, pers.med.).

5.2.3. Managed marshes: tijdelijke stimulering snoekstand

Het tot stand brengen van de gewenste oeverontwikkeling in de arealen achter de vooroeververdediging zal enige jaren in beslag nemen. Naar het laat aanzien zal de onderwatervegetatie zich in de ondiepwaterarealen na de ingrepen spoedig ontwikkelen. De qua tijdsbeslag beperkende factor is naar verwachting de ontwikkeling van de emergente oevervegetatie. Tentatief schatten wij in dat het minimaal vijf tot tien jaar (mogelijk nog langer) zal duren voordat de benodigde emerse vegetatie zich zal hebben ontwikkeld. Dit betekent dat het benodigde opgroeiareaal voor snoek tot ca. 15 cm lange tijd zal ontbreken.

Tevens is in § 2.2. is aangegeven dat voor het creëren van een geschikt paaibiotoop een peilverschil tussen winter en zomer van minimaal 40 cm gewenst is. Van het beoogde peilverschil van 30 cm wordt in eerste instantie een geringe bijdrage verwacht aan het creeren van paaiarealen.

Het ontbreken van opgroeiareaal en mogelijk de beperkte aanwezigheid van geschikt paaisubstraat staan het tot ontwikkeling komen van de gewenste snoekstand in de weg.

De luwgelegen waterplantvegetaties zullen in afwezigheid van snoek echter gaan fungeren als kraamkamers voor blankvoorn en (in mindere mate) brasem. Wil de recrutering van witvis achter de vooroeververdediging worden beheerst dan is de aanwezigheid van een omvangrijke jonge snoekstand gewenst. Om het submers te bezetten zijn snoekjes van ca. 15 cm nodig. Deze zijn vanuit de viskwekerijen in beginsel niet te verkrijgen. De snoekjes die wel verkrijgbaar zijn, zijn doorgaans tot maximaal 4 cm groot en worden uitgeleverd rond half mei. Deze grootte is ongeschikt om in de nog vegetatie-arme wateren uit te zetten en zullen derhalve voor het grootste deel omkomen.

De aard van de knelpunten in ogenschouw nemend wordt voorgesteld om middels de aanleg van "managed marshes" op korte termijn de recrutering van voldoende jonge snoek van ca. 15 cm te realiseren. Onder managed marshes verstaan wij gebieden die tijdelijk onder invloed worden gebracht van een natuurlijk waterpeilregime met een peilverschil tussen zomer en winter van 50-60 cm. Dit wordt gerealiseerd in percelen van ca. 1 ha groot omdijkt met wallen van ca. 80 cm hoog en 6-7 m breed. De infrastructuur van een perceel is optimaal toegesneden op de eisen als paaigebied en opgroeigebied: een kleinschalig patroon van sloten, slootwallen en luw gelegen poelen met in het voorjaar geïnundeerde opgaande vegetatie.

De benodigde jonge snoek kan worden verkregen door het uitzetten van paaisnoek, of door het uitzetten van snoekjes van ca 3 cm rond half mei. Deze snoekjes groeien in de managed marshes op tot een lengte van ca. 15 cm, waarna het water geleidelijk wordt afgelaten en de jonge snoek - gedwongen - de gebieden achter de vooroeververdediging intrekt en de inmiddels tot ontwikkeling gekomen submerse vegetatie bezet. Regulering van het witvisbroed kan nu optreden. Onlangs uitgevoerde experimenten in kunstmatig geïnundeerde rietvelden langs de randmeren hebben aangetoond dat deze managed marshes praktijkwaarde hebben: het aantal jonge snoekjes dat in juli recruteerde vanuit de betreffende rietvelden bedroeg ca. 9.000-12.000 stuks/ha (Semmekrot & Grimm, in voorb.). Een orde van grootte meer dan de in natuurlijke situatie wanneer gemiddeld 4.000-5.000 snoekjes/ha recruteren. De conclusie lijkt gerechtvaardigd dat onder gecontroleerde omstandigheden een meer dan gemiddelde recrutering kan worden bewerkstelligd.

Op de oevers van het VZ is nog geen rietvegetatie aanwezig. Als substituut zouden geïnundeerde zeekraal/lamsoor/zeeaster velden kunnen dienen. In hoeverre deze vegetaties daadwerkelijk als vervanger voor emergente oevervegetaties functioneren is nog onzeker. Derhalve is toetsing op praktijkschaal van de mogelijkheden om de snoekstand te bevorderen gewenst. Voorgesteld wordt proefgebieden op Krammerse Slikken in te richten waar de recrutering van snoek en het handhaven van een populatie nader wordt onderzocht.

5.3. Consolidatie van de huidige ecologische status

In het handhaven van de ecologische status van vóór 1992 staat het instandhouden van een groot doorzicht (2-3 m) centraal. Het doorzicht in het VZ wordt vrijwel uitsluitend bepaald door de algendichtheid. Dit betekent dat de voedselketen alg -> zoöplankton -> planktivore vis het aangrijpingspunt vormt voor een beheer gericht op behoud van het doorzicht. De belangrijkste sturingsvariabelen aangaande de planktivore visstand zijn vermeld in tabel 5.1..

5.3.1. Witvis

beheersvisserijen

In § 3.1. is aangegeven welke kritische biomassa's worden aangehouden voor het bestand aan planktivore jagers (voornamelijk 0+ vis) en planktivore filteraars (meest meerzomerige brasem). Aangezien van de huidige roofvisstand geen wezenlijke beïnvloeding van het planktivore bestand mag worden verwacht, zal de groei van het planktivore bestand door middel van beheersvisserijen dienen te worden beperkt. Analoog aan het visstandsbeheer in het Wolderwijd zouden de beheersvisserijen dienen te beogen:
- een beperking van het paaibestand aan blankvoorn en brasem;
- een reductie van het planktivore bestand tot ca. 15 kg/ha in het voorjaar.

Hierbij kunnen de volgende beheersvisserijen worden ingezet:
- hokfuikvisserij op meerzomerige witvis tijdens paaitijd in voorjaar;
- zegenvisserij op winterconcentraties éénzomerige en meerzomerige blankvoorn in de havens;
- schietfuikvisserij in winter in en langs vaargeul op éénzomerige blankvoorn en op pos, eventueel gecombineerd met een kuilvisserij.

De huidige status van de kennis over de verspreiding van de vis in het VZ is nog onvoldoende om effectieve uitdunningsvisserijen op te zetten (Backx et al., 1992; Ligtvoet et al., 1993). Voor de betreffende beheersvisserijen zal meer praktijkervaring moeten worden opgedaan.

Door de ontwikkeling van waterplantrijke luwgelegen arealen achter de vooroeververdediging wordt aan de ene kant een paaiareaal voor witvis geboden (§ 5.3.3.), maar worden anderzijds doordat de paai van de witvis geconcentreerd wordt in bekende arealen, de voorwaarden geschapen voor een effectieve fuikvisserij op de paaivis.

beperking immigratie

Een additionele beheersmaatregel om de groei van de witvisstand te beteugelen is de beperking van immigratie van witvis vanuit de Brabantse rivieren en vanuit het Hollands Diep via de Volkeraksluis. Onderzoek naar de visimmigratie in 1990 en 1991 heeft uitgewezen dat de immigratie via de Volkeraksluizen vooral bestond uit éénzomerige vis tot een lengte van 2-3 cm (Ligtvoet et al., 1991). Daarnaast zijn er aanwijzingen dat vanuit de Brabantse rivieren ook meerzomerige witvis, in het bijzonder brasem, het VZ koloniseert (Ligtvoet et al., 1992).

De immigratie van witvis uit de Brabantse rivieren kan worden beperkt door het sluiten van de schutsluizen. Deze maatregel is als optie genoemd in het visstandsbeheersplan, maar is niet geëffectueerd vanwege de belangen van de recreatievaart (Ligtvoet & Grimm, 1992). Nu er een natuurlijker waterpeilbeheer zal worden gevoerd, zullen de sluizen weer in gebruik worden genomen. De aanbevelingen in het visstandsbeheersplan aangaande een monitoringsvisserij om na te gaan of er sprake is van een voortdurende immigratie van meerzomerige witvis (vooral in de paaitijd) wordt hiermee weer actueel. Indien de instroom zodanig groot is dat deze tot een belangrijke (en versnelde) groei van het meerzomerig bestand kan leiden, dienen de mogelijkheden in kaart te worden gebracht hoe de instroom kan worden beperkt, hetzij door een specifiek sluisbeheer, hetzij door uitdunningsvisserijen op de rivieren, hetzij door het aanbrengen van viskeringen.

Het gewijzigd peilbeheer biedt ook meer mogelijkheden om de instroom aan éénzomerige witvis vanuit het Hollands Diep te beïnvloeden.

Indien er in de periode dat jonge witvis van een lengte tot ca. 3 cm aanwezig is op het Hollands Diep, kan door het minimaliseren van de inlaat de instroom aan deze planktivore vis worden beperkt.

5.3.2. Roofvis

De belangrijkste sturingsvariabelen aangaande de roofvisstand van het open water zijn de omvang van het planktivore bestand aan witvis (voedselcompetitie met éénzomerige baars), predatie door watervogels en visserij. Reeds is vastgesteld dat de huidige predatiedruk door aalscholvers op grotere baars zeer aanzienlijk is. Daarmee vervalt momenteel de reden om een beheersvisserij met kieuwnetten op de grotere baars en snoekbaars (Ligtvoet & Backx, 1993). Door een uitdunningsvisserij van het planktivore bestand wordt de voedselcompetitie zo veel mogelijk beperkt.

Het is niet uitgesloten dat de komende jaren de predatiedruk van aalscholver op baars verder zal toenemen. Zeker als door intensieve beheersvisserijen de witvis effectief blijken te worden uitgedund, zal het aanbod aan alternatieve prooi (blankvoorn tot ca. 30 cm, brasem tot ca. 25 cm) gering blijven.

Predatie door aalscholver kan worden verminderd door de aanwezigheid van meer planten waartussen de baars overdag in weg schuilt. Vooral ook moet gedacht worden aan het aanbrengen van ruimtelijke structuren (zoals klinkhout) waaronder en tussen de baarzen en snoekbaarzen in onbegroeid water kunnen schuilen.

5.4. Perspectieven

De voorgestane inrichting van de arealen achter de vooroeververdedigingen schept in elk geval de randvoorwaarden voor het in deze arealen tot ontwikkeling komen van een helder watersysteem met een visstand gedomineerd door snoek. Dit systeem zal naar verwachting robuust zijn, duurzaam helder en in hoge mate zelfregulerend. Hoewel de heldere arealen achter de vooroeververdediging in open verbinding staan met het open water is de robuustheid zodanig groot dat van een eventueel troebeler open water geen overwegend negatieve effecten zijn te verwachten.

De effecten van de voorgestelde inrichting op meerschaal zijn niet eenduidig te schetsen. Bij een huidig P gehalte van ca. 0,08 mg/l is op basis van de modelberekeningen een opgroeiareaal van 275-365 ha in het Volkerak en 50-70 ha in het Zoommeer gewenst (6-8% van het meeroppervlak; tabel 2) om een duurzaam zelfregulerend helder-water systeem tot stand te brengen. De ondergrens in dit scenario ligt in dezelfde orde van grootte als het areaal dat in het Volkerak-Zoommeer met een grootschalige inrichting gerealiseerd kan worden (300-350 ha).

Uitgaande van duurzaamheid en zelfregulatie dient de omvang van het snoekhabitat in deze inrichtingsvariant op de schaal van het gehele meer als een minimum variant worden beschouwd. De ontwikkelingen achter de vooroeververdedigingen zullen ongetwijfeld een uitstralend effect hebben voor de arealen buiten de vooroevers, maar of deze uitstraling voldoende is om in het gehele meer helder water te realiseren is onzeker. Aangezien de inrichting op meerschaal bij de huidige voedselrijkdom een minimum variant is, mag verondersteld worden dat een duurzaam helder water voor het ecosysteem als geheel niet waarschijnlijk is.

De prognose voor de fosfaatbelasting van het Volkerakmeer is dat alleen in droge jaren de verwachte fosfaatbelasting in overeenstemming is met de maximaal toelaatbare belasting. In een nat jaar is de prognose dat de fosfaatbelasting te hoog zal zijn (De Jong, 1993).

Vastgesteld moet worden dat een afname van het fosfaatgehalte tot op het niveau dat er geen additionele maatregelen noodzakelijk zijn (P < 0,06 mg/l) onwaarschijnlijk is.

Het fosfaatgehalte blijft gehandhaafd tussen de 0,08-0,1 mg P/l. Om het systeem robuuster te maken en de kans op een duurzaam helder water te vergroten ligt het in de lijn van de verwachting dat maatregelen nodig zijn, gericht op het verhogen van de produktie en produktiviteit van de snoekstand. In tabel 2 is aangegeven dat bij een bevissing van de grotere snoek in beginsel een duurzaam helder water is te verkrijgen. In deze beheersvariant wordt een geringe concessie gedaan aan het uitgangspunt van zelfregulatie.

6. BEHEERSSCENARIO'S

In tabel 7 is het pakket van mogelijke beheersmaatregelen, praktijkproeven en begeleidend onderzoek samengevat en een indicatie van kosten gegeven (zie ook bijlage II). Met betrekking tot het begeleidend onderzoek wordt aangenomen dat de monitoring van watervogels, vissen, vegetatie, macrofauna, zoöplankton, phytoplankton en nutriënten zoals tot op heden heeft plaatsgevonden, wordt gecontinueerd.

Over enkele essentiële beheersmaatregelen (beheersvisserijen, managed marshes) bestaat echter nog onzekerheid over de mate waarin deze effectief kunnen worden ingezet. Of het beheersdoel "behoud van de ecologische status" kan worden gerealiseerd, hangt mede af van het succes en de inzetbaarheid van deze maatregelen. Onderstaand wordt een drietal beheersscenario's beschreven dat laat zien welke strategieën er kunnen worden gevolgd, hoe de uitvoering van beheersmaatregelen onderling samenhangen, waar en wanneer de beslissingen vallen over het te volgen beheer en welke consequenties dat heeft voor de te hanteren (tijdelijke) beheersdoelen. Het einddoel van alle scenario's is een duurzaam helder VZ.

6.1. Beheersscenario 1: helder tot elke prijs

Tegen de achtergrond van het beheersdoel de huidige ecologische status te behouden en deze op termijn duurzaam te verbeteren zijn vrijwel alle maatregelen die voor de beheersdoelen "ontwikkeling ondiepwaterarealen", "ontwikkeling snoekstand" en "beperking witvis- en posstand" zijn voorgesteld essentieel. In dit scenario wordt in beginsel alles op alles gezet om het VZ voortdurend helder te houden. Om het beheersdoel te realiseren kan de volgende beheerstrategie en -planning worden gevolgd:

1. Ontwikkeling van de ondiepwaterarealen als optimaal snoekhabitat is randvoorwaardelijk voor het op termijn duurzaam verbeteren van de ecologische status van het VZ. Alle maatregelen in dit kader dienen zo spoedig mogelijk te worden uitgevoerd. Aangenomen wordt dat door de spoedige dominantie van de submerse vegetatie een blijvend helder water in de ondiepwaterarealen ontstaat.

2. Wil de huidige ecologische status van het gehele VZ worden behouden dan zijn de stimulering van de snoekstand in de ondiepwaterarealen en de beperking van de witvis- en posstand eveneens randvoorwaardelijk.

   De beheersvisserijen dienen zo spoedig mogelijk aan te vangen. Het VZ is voor uitdunningsvisserijen een moeilijk water: een aanzienlijk deel van het meer kan niet worden bevist door de scheepvaart. Daarnaast is de verspreiding van de soorten in de tijd over het watersysteem goeddeels nog niet bekend. Deze kennis kan pas in de loop van de jaren worden opgedaan. Een grondige monitoring en evaluatie van elke uitdunningsvisserij is noodzakelijk om tot een goede beoordeling van de effectiviteit te komen. Na de eerste twee grootschalige uitdunningsvisserijen kan worden nagegaan of binnen de randvoorwaarden opgelegd door de scheepvaart een voldoende efficiënte visserij kan worden uitgevoerd. Zo niet dan zal moeten worden nagegaan of de uitdunningsvisserijen worden gecontinueerd, of er mogelijkheden bestaan om de scheepvaart zodanig te beïnvloeden dat een hogere efficiëntie wordt bereikt, of dat de beheersvisserijen worden gestopt en overgegaan wordt op beheersstrategie 2 of 3.

   De stimulering van de snoekstand dient in samenhang met de resultaten van de beheersvisserijen te worden bezien. Mogelijk blijken de beheersvisserijen zo effectief dat voor de beheersing van het planktivore bestand geen additionele maatregelen nodig zijn. Is dit het geval dan kan de grootschalige aanleg van de managed marshes achterwege blijven en kan -wanneer na ca. 5-7 jaar de voorwaarden daarvoor gunstig zijn- de snoekstand in de ondiepwaterarealen tot stand worden gebracht door uitzetten.

Evenzo echter kan blijken dat regulering van het witvisbroed in de begroeide ondiepwaterarealen een essentiële bijdrage zou moeten leveren aan de beperking van de witvisstand. Om na te gaan of met de managed marshes de beoogde snoekrecrutering kan worden gerealiseerd, is het gewenst op korte termijn een praktijkproef hiervoor in te richten. De hiervoor benodigde kosten zijn beperkt.

3. Indien de managed marshes effectieve leveranciers van jonge snoek blijken te zijn en regulering in de ondiepwaterarealen gewenst is, kan worden overwogen deze op grotere schaal aan te leggen.

   Indien de managed marshes onvoldoende werken en aanvullende beperking van de planktivore visstand noodzakelijk blijkt, dienen of de beheersvisserijen te worden geïntensiveerd of over te worden gegaan naar beheersscenario 2 of 3.

4. Als de regulering van de planktivore vis door middel van de beheersvisserijen, eventueel in combinatie met de managed marshes, succesvol blijkt wordt dit beheer gevoerd totdat het ondiepwaterareaal zijn benodigde infrastructuur en oeverontwikkeling kent. Komt een goede snoekstand tot ontwikkeling dan kan dit beheer worden afgebouwd.

6.2. Beheersscenario 2: de grote klap op het juiste moment

1. Ontwikkeling van de ondiepwaterarealen als optimaal snoekhabitat is randvoorwaardelijk voor het op termijn duurzaam verbeteren van de ecologische status van het VZ. Alle maatregelen in dit kader dienen zo spoedig mogelijk te worden uitgevoerd. Aangenomen wordt dat door de spoedige dominantie van de submerse vegetatie een blijvend helder water in de ondiepwaterarealen ontstaat.

2. Zolang de inrichting en het functioneren van de snoekstand in de ondiepwaterarealen niet is geëffectueerd, wordt helder water in de arealen buiten de vooroeververdedigingen niet als absoluut beheersdoel gehanteerd. De beheersvisserijen gericht op beperking van de witvis- en posstand worden jaarlijks uitgevoerd, maar staan vooral in het teken van het ervaring opdoen met de verschillende uitdunningsvisserijen in het VZ en bekend raken met de verspreidings- en bewegingspatronen van de visstand. Niet uitgesloten wordt dat in de loop van de jaren de visserijen zo effectief worden dat de beoogde uitdunning wordt gerealiseerd en helder water wordt gerealiseerd.

   Anderzijds kan blijken dat binnen de randvoorwaarden van het VZ en binnen de grenzen van het redelijke geen effectieve beheersvisserijen zijn uit te voeren. Is dit het geval wordt overgestapt naar beheersscenario 3.

3. Wanneer de ontwikkeling van de emergente oeverzones in de ondiepwaterarealen zijn beoogde omvang bereikt, het VZ een beperkt doorzicht maar er goede vooruitzichten zijn op een effectieve uitdunning, wordt gedurende 1-3 jaar overgegaan tot zeer intensieve uitdunningscampagnes waarbij - gebaseerd op de opgedane ervaring - efficiënt de witvis- en posstand tot op het gewenste niveau wordt teruggebracht.

4. In dezelfde periode wordt de ontwikkeling van de snoekstand gestimuleerd door een in beginsel eenmalige uitzetting van snoek.

6.3. Beheersscenario 3: "natuurlijke regressie"

1. Ontwikkeling van de ondiepwaterarealen als optimaal snoekhabitat is randvoorwaardelijk voor het op termijn duurzaam verbeteren van de ecologische status van het VZ. Alle maatregelen in dit kader dienen zo spoedig mogelijk te worden uitgevoerd. Aangenomen wordt dat door de spoedige dominantie van de submerse vegetatie een blijvend helder water in de ondiepwaterarealen ontstaat.

2. De visstandsontwikkeling wordt op zijn beloop gelaten. Dit kan een positieve keuze zijn op basis van de perspectieven die er zijn voor het beheersscenario "natuurlijke regressie (zie 3) of een negatieve keuze wanneer blijkt dat binnen de randvoorwaarden geen effectieve beheersvisserijen kunnen worden uitgevoerd (zie § 6.1. en 6.2.). Een vrijwel zekere vertroebeling van het water buiten de vooroeververdedigingen wordt geaccepteerd. Naar verwachting zal het doorzicht teruglopen tot ca. 1-1,5 m. Het areaal submerse vegetatie buiten de vooroeververdedigingen zal afnemen, maar niet geheel verdwijnen: waterplanten zullen kunnen voorkomen tot een diepte van maximaal ca. 2 m.

3. Wanneer de ontwikkeling van de emergente oeverzones in de ondiepwaterarealen zijn beoogde omvang heeft bereikt en het VZ een beperkt doorzicht heeft, wordt de successie die in de visstand heeft plaatsgevonden teruggedraaid. Het VZ wordt tijdelijk weer zout gemaakt en het chloride gehalte opgevoerd tot ca. 10 g/l. Een eerste zeer globale verkenning (bijlage III) waarin wordt nagegaan hoe dit kan worden gerealiseerd wijst uit dat -op basis van de ter beschikking staande gegevens- het naar schatting 3 jaar duurt om de saliniteit in het VZ op het gewenste niveau te krijgen. Voor de daarop volgende verzoeting mag -overeenkomstig de verzoeting na de afsluiting- een tijdspanne van 8-10 maanden worden gerekend (Behrens, 1992).

   Een zoute periode van 3 jaar is zowel maatschappelijk als biologisch niet wenselijk. Er zou naar gestreefd dienen te worden om het VZ niet meer dan één groeiseizoen zout te laten zijn. Dit betekent dat om het gehele zoet-zout-zoet traject te doorlopen maximaal 1½ jaar ter beschikking staat (oktober jaar n-maart jaar n+2). Uitgaande van een benodigde verzoetingsperiode van 8-10 maanden zou in een periode van 8-10 maanden het systeem met zout moeten worden opgeladen. Ten opzichte van de berekende 3 jaar zou dit betekenen dat de zoutvracht ongeveer 4x zo hoog zou moeten zijn. Er zijn zeker mogelijkheden om de zoutvracht te doen toenemen, maar in welke mate valt op voorhand niet in te schatten. Een nadere studie in deze is daarvoor noodzakelijk (W. Behrens, pers.med.).

4. Uitgaande van een mogelijk referentiebeeld voor het VZ van een omvangrijk water in een kustvlakte met een mozaïek van stroomgeulen, stroomruggen, meren en perimariene moerassen, is een tijdelijke verzouting niet zo onnatuurlijk als het lijkt. Juist in deze ecosystemen trad als gevolg van nu en dan optreden transgressies een verzouting van het systeem op en werd de successie van het zoetwaterecosysteem meer of minder ver teruggezet (regressie).

5. De biologische haalbaarheid wordt als hoog ingeschat. Het effect op de bestaande ecosysteem zal hevig zijn: de aanwezige visstand zal vrijwel verdwijnen en - indien daar de mogelijkheden voor worden geboden (bijlage III) - naar het Hollands Diep wegtrekken. Recrutering van broed vindt niet plaats zodat de aanwas van het planktivore bestand volledig tot stilstand komt. De macrofauna en de onderwatervegetatie zullen vrijwel eveneens vrijwel volledig verdwijnen. Riet daarentegen is zout resistent en de emergente rietvegetatie ontwikkeld in de ondiep waterarealen zal mogelijk slechts beperkte nadelige gevolgen van de tijdelijke zoutwaterfase ondervinden. Nader onderzoek naar de gevoeligheid voor riet voor hogere zoutconcentraties is echter gewenst.

   Veronderstellend dat de verzouting realiseerbaar is, is na 1½ jaar het systeem min of meer teruggezet in de situatie van 1988, direct na de verzoeting. De uitgangssituatie voor een het tot stand komen voor een duurzaam helder water is echter onvergelijkbaar veel gunstiger. Er is een natuurlijk waterpeil en de gewenste infrastructuur en emergente oeverzones in de ondiepwaterarealen zijn aanwezig. Het ligt in de lijn van de verwachting dat de onderwatervegetatie, het zoöplankton en de macrofauna zich spoedig zullen herstellen.

Wat betreft de vissen zal het VZ het eerst worden gekoloniseerd door de baarsachtigen en zal de visstand gedomineerd worden door de roofvissen baars en snoekbaars. Door het natuurlijk waterpeilbeheer zijn er mogelijkheden om de ontwikkeling van de visstand door manipulatie van de inlaat te manipuleren.

De instroom van witvislarven en immigratie van volwassen exemplaren kan tot een minimum worden beperkt. Daarnaast zal zich in de ondiepwaterarealen een omvangrijke snoekstand (gestimuleerd door een eenmalige uitzetting) kunnen ontwikkelen. Indien het nutriëntgehalte op het huidige niveau gehandhaafd blijft (of mogelijk zelfs enigszins is verminderd) zijn er dan goede vooruitzichten op een helder, duurzaam VZ. Afhankelijk van de ontwikkelingen zal moeten worden nagegaan of een verhoging van de produktiviteit van de snoekstand door bevissing noodzakelijk is.

7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

1. In elk beheersscenario is de ontwikkeling van de ondiepwaterarealen als optimaal snoekhabitat randvoorwaardelijk voor het op termijn duurzaam verbeteren van de ecologische status van het VZ. Alle maatregelen in dit kader dienen zo spoedig mogelijk te worden uitgevoerd.

   Aanbevolen wordt om op korte termijn een gedetailleerde inrichtingsschets van de ondiepwaterarealen + een kostenbegroting te maken.

2. Er bestaat nog onzekerheid over de mogelijkheden om binnen de randvoorwaarden van het VZ (in het bijzonder de scheepvaart) middels beheersvisserijen de ontwikkeling van de visstand te sturen. Alleen ervaringen opgedaan tijdens omvangrijke visserijcampagnes kunnen hierover uitsluitsel geven. Aanbevolen wordt zo spoedig mogelijk, bij voorkeur winter 1993/94, met de eerste visserijen aan te vangen. Voorafgaande aan deze visserijen dienen gedetailleerde draaiboeken te worden opgesteld.

3. De aard en omvang van de uitdunningsvisserijen hangt af van het beheersdoel: permanent helder water of niet.

4. De ontwikkeling van een omvangrijke oevervegetatie is van essentieel belang voor het stimuleren van de gewenste snoekstand. Gezien de lange termijn die wordt voorzien voor het tot stand brengen van de gewenste arealen aan oevervegetatie, kan worden overwogen de inzetbaarheid van "managed marshes" nader te verkennen. Er bestaat nog onzekerheid over de mate waarin managed marshes de benodigde recrutering van snoek in het VZ kunnen realiseren. Om de mogelijke bijdrage van deze beheersmaateregel op waarde te kunnen schatten zou in een vroeg stadium hierover uitsluitsel te worden verkregen door middel van een praktijkproef met bijvoorbeeld twee managed marshes van 1 ha.

5. Een eerste verkenning lijkt aan te geven dat er mogelijkheden zijn om door middel van een tijdelijke verhoging van de saliniteit in het VZ het ecosysteem opnieuw in de pioniersfase te brengen. Deze beheersmaatregel zou kunnen worden overwogen wanneer de inrichting en ontwikkeling van de ondiepwaterarealen volledig tot stand is gekomen, maar alternatieve beheersmaatregelen om de visstand te verwijderen ontbreken. De startsituatie voor het VZ voor de ontwikkeling naar een duurzaam helder water is dan gunstig. De biologische haalbaarheid wordt als hoog ingeschat.

   Gezien de nog bestaande onzekerheden over deze maatregel en de nog onzekere potenties van de beheersvisserijen en managed marhes (en derhalve over het handhaven van de huidige ecologische status), wordt aanbevolen op korte termijn de mogelijkheden (technisch, maatschappelijk, biologisch) van deze ingreep en de daaruit voortvloeiende kosten nader in kaart te brengen.

6. Bovenstaande strategie volgend kan over twee jaar de benodigde informatie beschikbaar zijn op basis waarvan gefundeerde beslissingen kunnen worden genomen over het te volgen beheersscenario.

LITERATUUR

Bestuurlijk Overleg Krammer-Volkerak, 1987.
Beleidsplan Krammeer-Volkerak. 's Gravenhage. 36 p. + bijlagen.

Behrens, H.W.A., 1992.
Van inlaten naar integraal kwantiteitsbeheer. Waterschapsbelangen 14: 573-576.

Bijlsma, L., 1989.
Het waterbeheer: opzet, ervaring en mogelijkheden. In H. Smit, J.E.W. de Hoog & B.P.C. Steenkamp (eds): 61-77. Integraal Waterbeheer Volkerakmeer-Zoommeer. Rijkswaterstaat Dienst Binnenwateren/RIZA, Dordrecht.

Dam, E. van, & J. Schutten, 1993.
Waterplanten in het Volkerak/Zoommeer in 1992. Werkdocument 93.040X. RIZA, Dordrecht.

Dam, E., van & J. van der Velden, 1993.
Vogeltellingen op het Volkerak-Zoommeer in 1992. Werkdocument 93.097X. RIZA, Dordrecht.

Geilen, N. 1993.
Oeverplanten langs het Volkerak/Zoommeer in 1992. Werkdocument 93.008X. RIZA, Dordrecht.

Grimm, M.P., 1989.
Northern pike (Esox lucius L.) and aquatic vegetation, tools in the management of fisheries and water quality in shallow waters. Hydrob.
Bulletin, 23:61-67.

Grimm, M.P., 1991.
Waterquantity management in Dutch polders, adversely affecting the recruitment of northern pike (Esox lucius L.). Verh. Internat. Verein. Limnol. In Press.

Grimm, M.P. & J.J.G.M. Backx, 1990.
The restoration of shallow eutrophic lakes, and the role of northern pike, aquatic vegetation and nutriënt concentration. Hydrobiologia 200/201: 257-263. R.D Gulati, E.H.R.R. Lammens, M.L. Meijer & E. van Donk (eds). Biomanipulation -Tool for water management. Kluwer Academic Publishers.

Grimm, M.P., E. Jagtman & M. Klinge, 1992.
Fosfaatgehalten en de haalbaarheid van "Actief Biologisch Beheer". Een visbiologische perspectief. H2O 25 (16): 424-430.

Hark, M.H.C. van den, J.E.W. de Hoog & C.W. Iedema, 1992.
Eutroof èn helder? Waterschapsbelangen 77 (14): 582-586.

Iedema, C.W., J. Schutten & J.A. van der Velden, 1992.
Zachte grenzen, harde noodzaak. Waterschapsbelangen 77 (14): 598-602.

Jeppesen, E. et al, 1990.
Fish manipulation as a restoration tool in shallow eutrophic temporate lakes 1: cross-analysis of three Danish case studies. Hydrobiologia, 200/201: 205-219. R.D Gulati, E.H.R.R. Lammens, M.L. Meijer & E. van Donk (eds). Biomanipulation-Tool for water management. Kluwer Academic Publishers.

Ligtvoet, W., Houthuijzen, R. & Grimm, M.P., 1991a.
Kwantificering van de visintrek/visinlaat via de Volkeraksluizen en de in het meer uitmondende rivieren in 1990. Rapport Boz.81.2. Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v., Deventer.

Ligtvoet, W., et al., 1991b, 1991c, 1992, 1993.
Omvang en samenstelling van de visstand aan het einde van het groeiseizoen 1989; idem 1990; idem 1991; idem 1992. Rapport Boz.81.1, Boz.81.2, Boz.81.3, Boz.81.7. Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v., Deventer.

Ligtvoet, W. & M.P. Grimm, 1992a.
Vissen in helder water-visstandbeheersplan Krammer-Volkerak-Zoommeer voor de periode 1992-1997. Rapport Boz.81.3. Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v., Deventer.

Ligtvoet, W. & M.P. Grimm, 1992b.
Vissen in helder water-visstandontwikkeling en -beheer in het Volkerak-Zoommeer. Waterschapsbelangen 77 (14): 591-597.

Nes, E.H. van, & H. Smit, 1990.
Algemene discussie. In: E.H. van Nes & H. Smit (red). Natuurontwikkelingen Volkerak/Zoommeer-Periode augustus 1989 tot en met december 1989. DBW/RIZA Nota 90.065: 118-124

Rijkswaterstaat, 1975.
Rapport Commissie Compartimentering.

Rijkswaterstaat, 1986.
Het waterbeheer in het Zoommeer na 1987. Rijkswaterstaat, directie Zeeland, 114 pp.

Rijkswaterstaat, 1988.
Beheersplan water Zoommeer. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, nota nr. AX 88.029, 48 p.

Rijkswaterstaat, 1991.
Evaluatie waterbeheer Zoommeer. Verslag discussies EVOL-Workshop, 27 februari 1991. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland/RIZA, 31 p.

Schutten, J., N. Geilen & H. Coops, 1991.
Oeverplanten langs het Volkerak-Zoommeer in 1991. Rijkswaterstaat/RIZA, Dordrecht. Werkdocument 91.177X.

Veen, M.P., 1990.
Fosfaat- en stikstofbalans 1989. In: E.H. van Nes & H. Smit (red). Natuurontwikkelingen Volkerak/Zoommeer-Periode augustus 1989 tot en met december 1989. DBW/RIZA Nota 90.065: 7-19

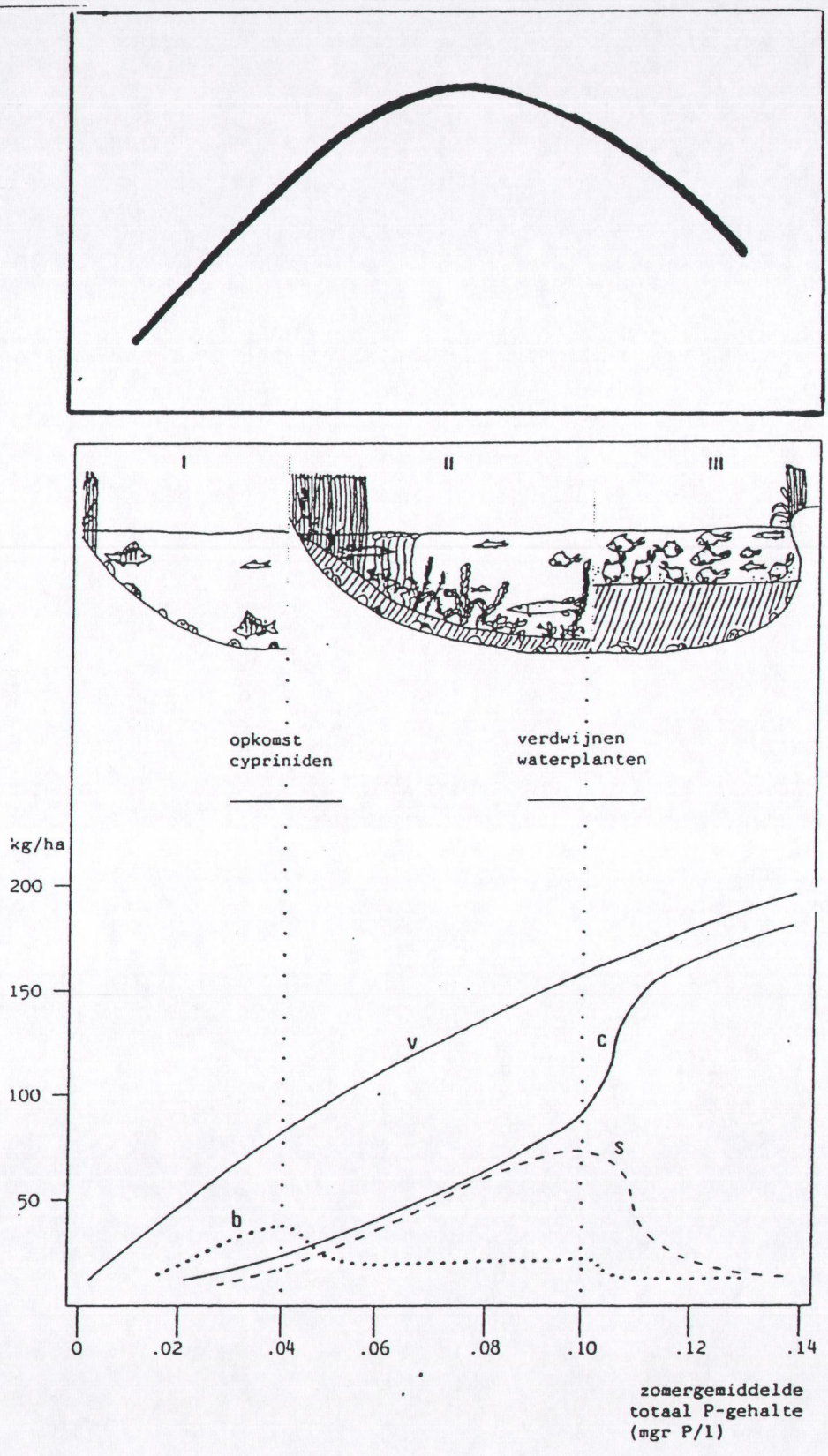
Velden, J.A. van der & H. Smit, 1991.
Effecten van peilbeheer in het Volkerak-Zoommeer op natuurwaarden. Rijkswaterstaat/RIZA, Dordrecht. Werkdocument 91.187X.

Voorlopige Beheerscommissie Krammer-Volkerak, 1991.
Beheersvisie Krammer-Volkerak, Eendracht, Zoommeer. Ministerie van Landbouw & Visserij/Ministerie van Verkeer & Waterstaat, 82 p. + bijlagen.

FIGUREN

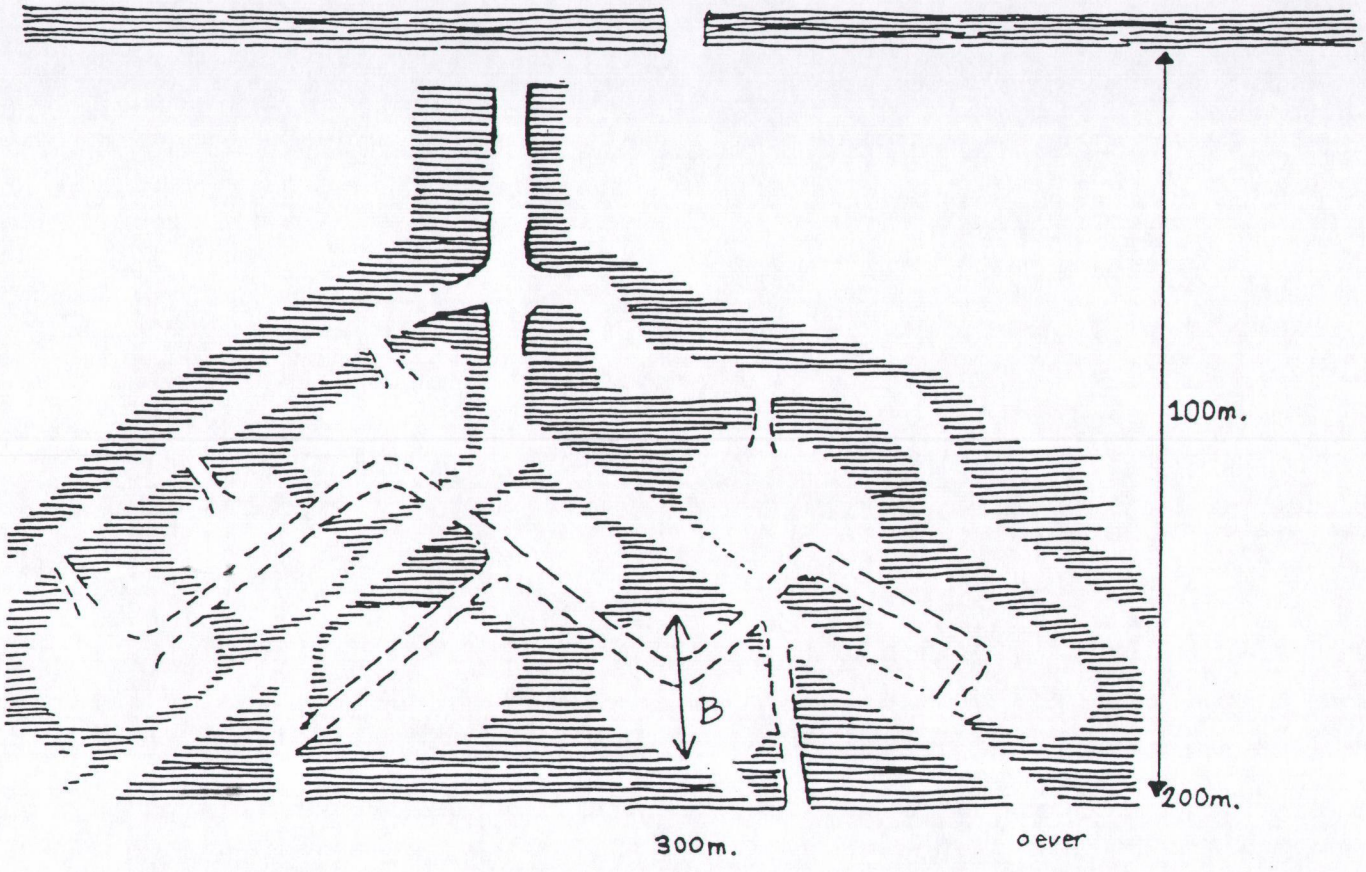
Figuur 1. Relatie tussen trofiegraad (zomergemiddelde P-gehalte in mg P/l), omvang (kg/ha) en samenstelling van de visstand, ecosysteemtypen (I, II, III) en diversiteit.

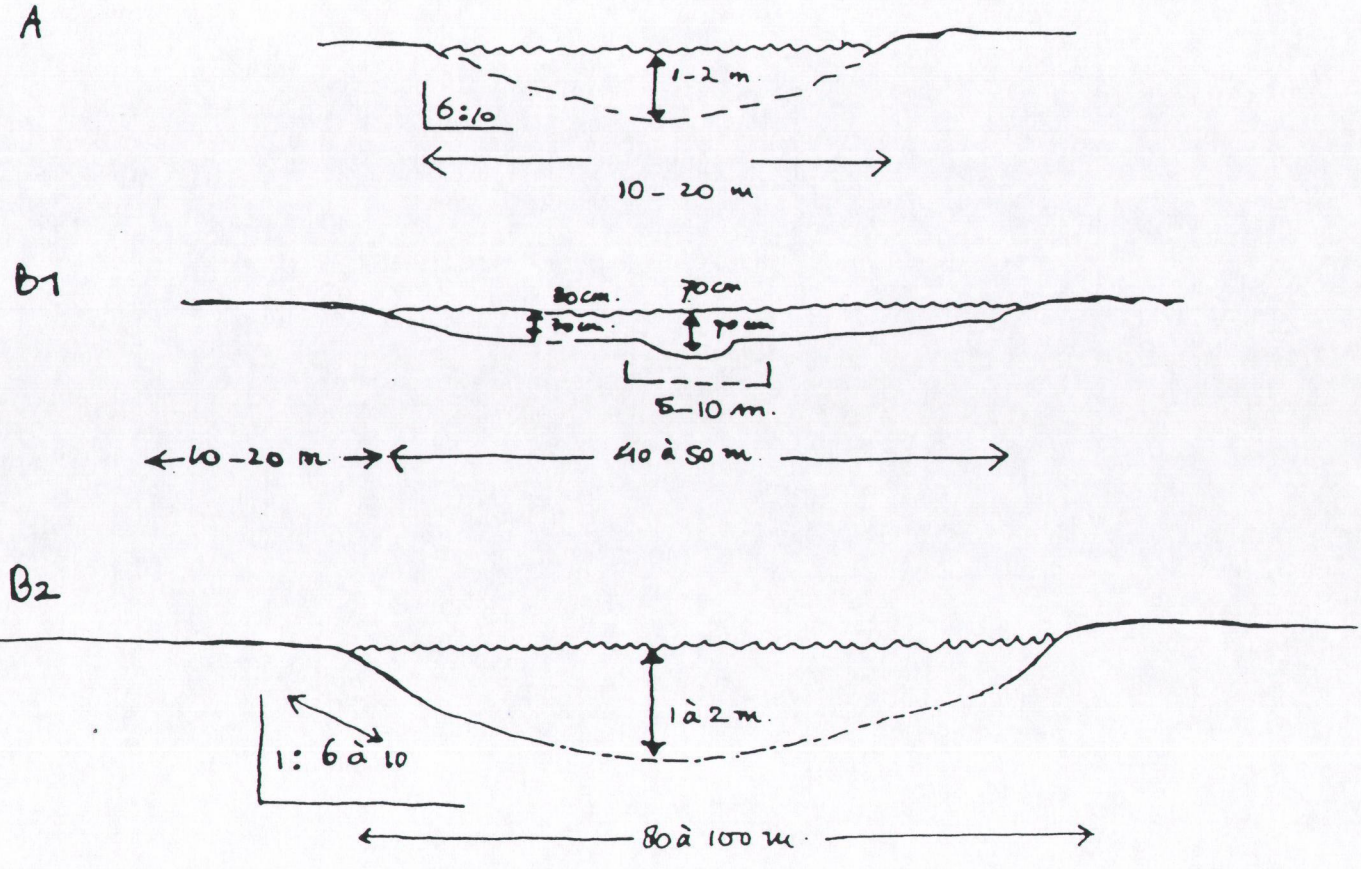
Figuur 2[a-c] Schematische voorbeelden inrichtingsvarianten paai- en opgroeigebied voor snoek.



Figuur 1 Relatie tussen trofiegraad (zomergemiddelde P-gehalte in mg P/l), omvang (kg/ha) en samenstelling van de visstand, ecosysteemtypen en diversiteit (boven).
Notatie: v – totale visbiomassa; b – baarsbiomassa; s – snoekbiomassa; c – cyprinidebiomassa; I – baars/blankvoorn water; II – snoek/zeelt water; III – snoek-baars/brasem water. Naar: Ligtvoet & Grimm (1992).

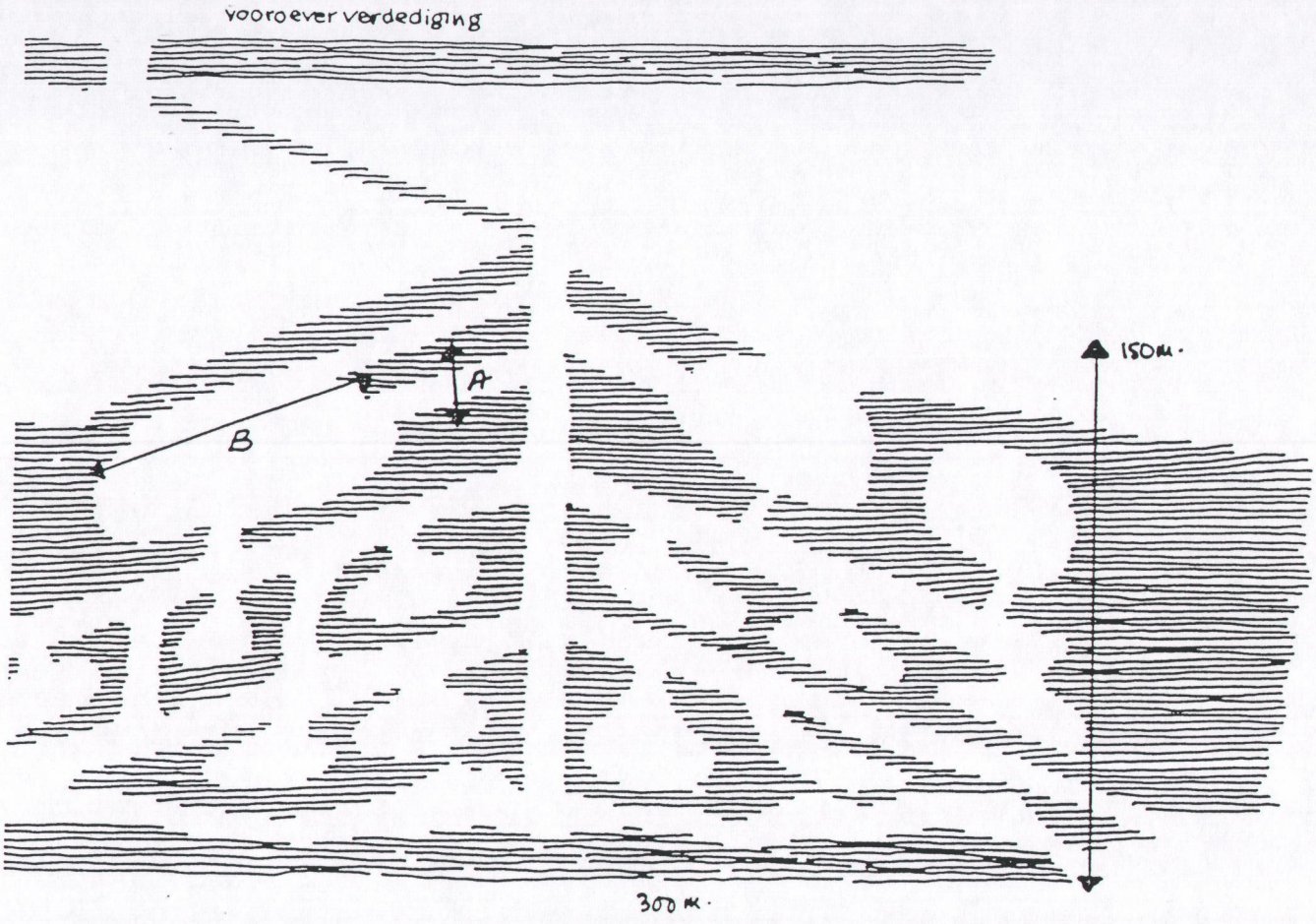
Figuur 2[a] Schematische voorbeelden inrichtingsvarianten paai- en opgroeigebied voor snoek

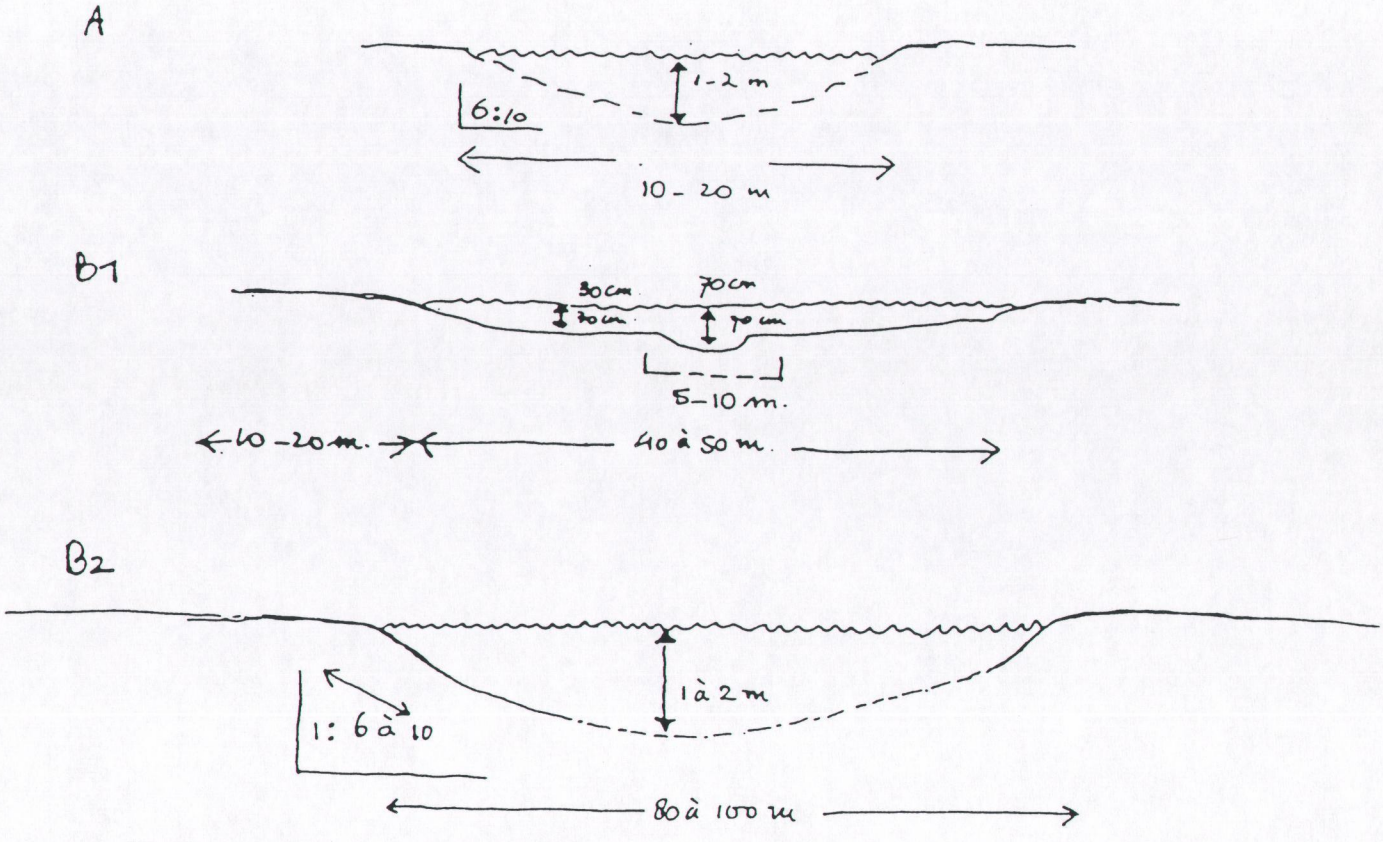




Doorsnedes van de kanalen (A) en paaivelden (B), niet op schaal getekend.
B1 = Inundatievelden

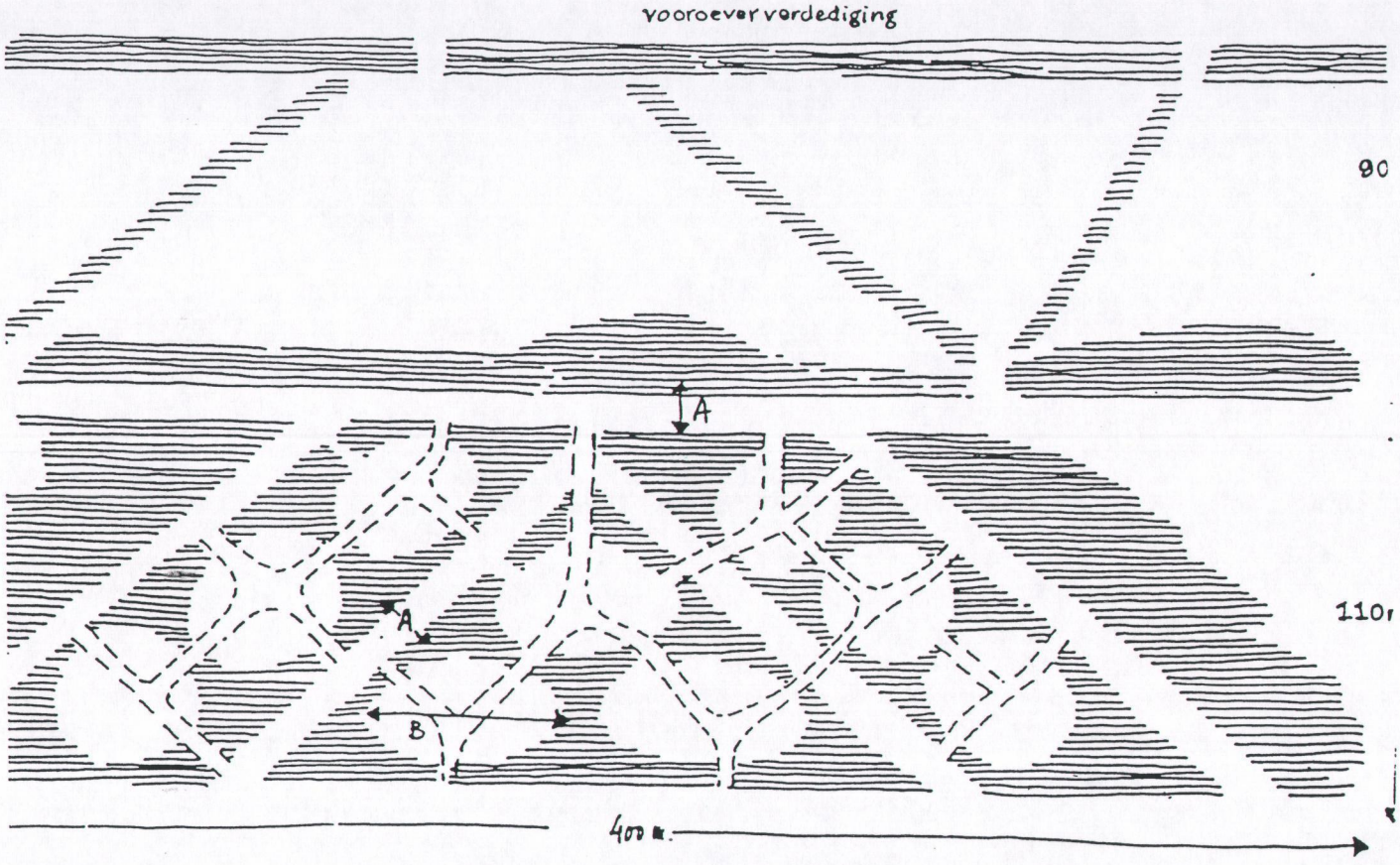
Figuur 2[b] Schematische voorbeelden inrichtingsvarianten paai- en opgroeigebied voor snoek

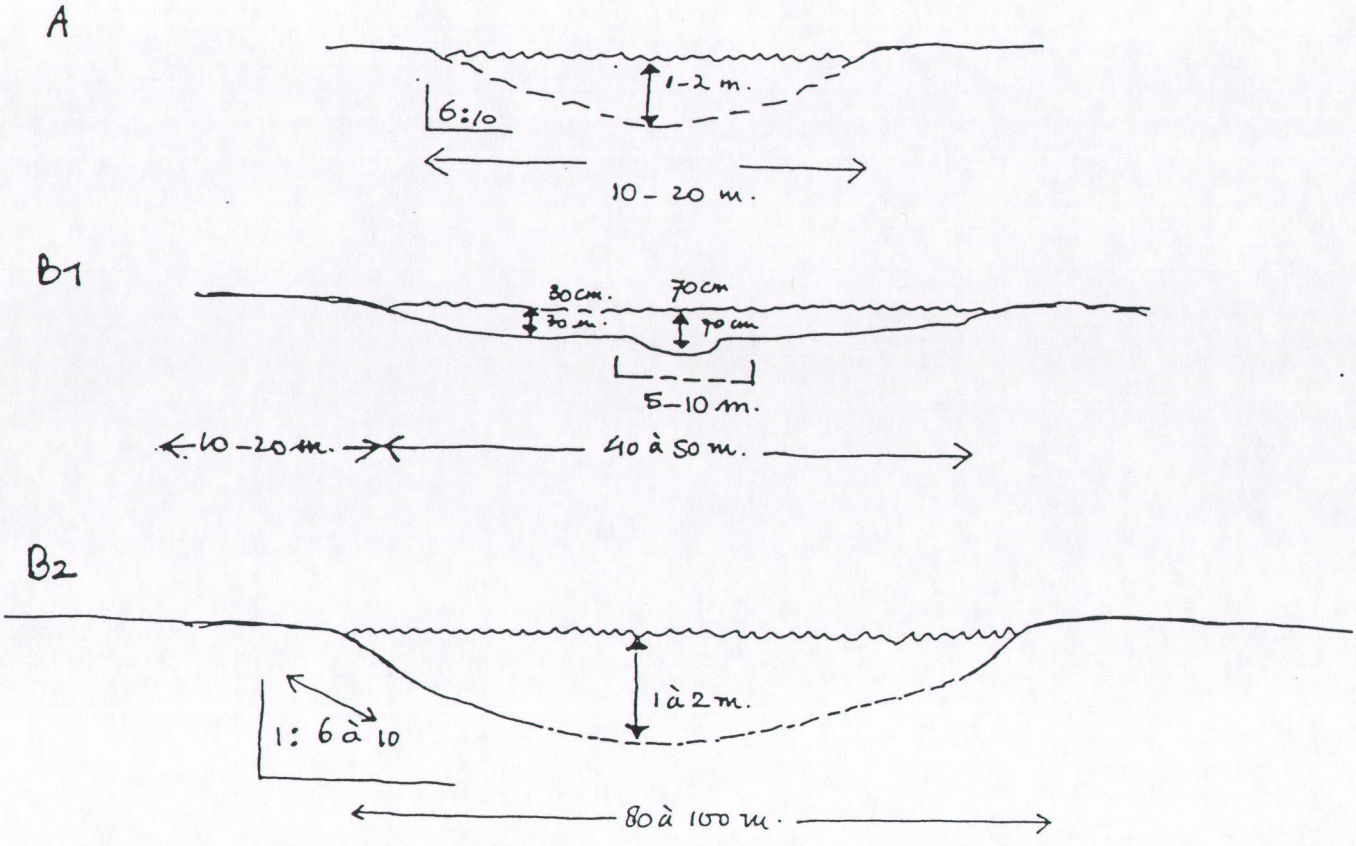




Doorsnedes van de kanalen (A) en paaivelden (B), niet op schaal getekend.
B1 = inundatievelden
B2 = plassen

Figuur 2c Schematische voorbeelden inrichtingsvarianten paai- en opgroeigebied voor snoek





Doorsnedes van de kanalen (A) en paaivelden (B), niet op schaal getekend.
B1 = Inundatievelden

TABELLEN

Tabel 1. Schatting van het gewenste snoekbestand (kg/ha) nodig om in combinatie met baars de planktivore visproduktie in het VZ te reguleren. De schatting is uitgevoerd voor een situatie overeenkomstig de actuele situatie in het VZ met betrekking tot het totaal P-gehalte (0,1 mg P/ltr, vergelijk tabel 2) en een situatie met een lager P gehalte (veronderstellend 0.08 mg P/ltr) als gevolg van de sanering van de fosfaatbelasting. De situatie met en zonder bevissing van de snoekpopulatie wordt vergeleken. Voor verdere uitleg zie tekst. Naar Ligtvoet & Grimm (1992a).

Tabel 2. Schatting gewenst areaalbeslag van de deelhabitats in het snoekhabitat in het Volkerak- en Zoommeer. Zie voor schattingen gewenst snoekbestand tabel 1. Naar Ligtvoet & Grimm (1992a).

Tabel 3. Streefbeeld Volkerak-Zoommeer. Aangegeven zijn de streefwaarden waarbij een robuust, duurzaam en zelfregulerend helder water mogelijk is en de grenswaarden die de minimale voorwaarden omvatten voor een helder ecosysteem. In het laatste geval kent het systeem een geringe buffering en is het naar verwachting niet robuust.

Tabel 4. Omvang en samenstelling van de visstand in het Volkerak en Zoommeer, gevormd door de belangrijkste zoetwatervissen + bot in de periode 1989-1992. Deze soorten vormen 90-95% van het totale bestand. Overige zoetwatersoorten die in het Volkerak-Zoommeer voorkomen zijn: kolblei, rietvoorn, snoek, zeelt, grote marene, kwabaal, rivierdonderpad, kleine modderkruiper, winde, alver, tiendoornige stekelbaars (Ligtvoet & Grimm, 1992b)

Tabel 5. Omvang (kg/ha) van het bestand aan planktivore jagers (vis < 15 cm vorklengte) in het Volkerak in november en juli[1)] over de periode 1989-1992.

Tabel 6. De bestanden aan Perciden en Cypriniden per ecologische groep. In de tabel bestaan de Perciden uit baars en snoekbaars en de Cypriniden uit blankvoorn en brasem. De ratio tussen de twee totale bestanden en de ratio tussen Perciden groter dan 15 cm en Cypriniden kleiner dan 15 cm zijn in de tabel gegeven (omkaderd, grijs).

Tabel 7. Belang, globale kostenraming en inschatting biologische haalbaarheid van beheers-maatregelen, praktijkproeven en begeleidend onderzoek voor de periode 1993-1998. Uitgangspunt voor de beoordeling van het belang is het beheersdoel de huidige ecologische status te behouden en deze op termijn duurzaam te verbeteren.

Notatie belang : X = essentieel; + = toegevoegde waarde; ? = nader vast te stellen.
Notatie maatregelen : * = jaarlijks terugkerende kosten

BIJLAGE I Historisch overzicht: voorgestelde en geëffectueerde beheersmaatregelen tot op heden

Voorgestelde beheersmaatregelen 1989-1992
Vanaf 1989 zijn maatregelen voorgesteld aan de directie Zeeland, die tot doel hadden de helderheid van het meer zo lang mogelijk te handhaven en zo snel mogelijk een zoetwater ecosysteem te laten ontstaan dat geschikt was voor een zogenaamde snoek-zeelt associatie. Deze maatregelen waren:

jaar van voorstel	maatregel	geëffectueerd
1989	.enten van waterplanten	+
	.aanleg van paaigebieden in de oeverzones	±
	.onderzoek naar immigratie van vissen	+
	.bevorderen van intrek van roofvissen	
	.het niet uitgeven van visrechten aan beroepsvissers en aan de hengelsport	
1990	.maatregelen om intrek van witvis tegen te gaan	
	.onderzoek naar deze maatregelen	+
	.sluiten van de schutsluizen	
	.toepassen van plaatselijke verdiepingen en verondiepingen achter de vooroever-verdedigingen om habitat voor waterplanten en snoek te verbeteren	±
	.grootschalige aanpak van habitatbouw voor snoek	±
1991	.optimalisering van productie perciden middels een beroepsmatige visserij	±
	.poging tot het bevissen van inmiddels gevestigde paaipopulaties	+
	.instellen van een natuurlijk waterpeil, waardoor oeverlanden tot 30-40 cm onder water komen te staan	±
1992	.onderzoek naar de mogelijkheden om de visstand, die naar een maximum biomassa aan het groeien is en waarbinen de planktivore vissen het kritische niveau hebben overschreden, doelmatig te bevissen	±
	.de noodzaak van verhoging van de roofvispopulatie	
	.kwantificering noodzakelijke inrichting ondiepwater-arealen voor snoek	

Resultaten geëffectueerde beheersmaatregelen

Ent van waterplanten

De ent van ondergedoken waterplanten, die in 1989 plaatsvond, had in dat jaar geen zichtbaar effect. Onbekend is in hoeverre daardoor de goede ontwikkeling van onderwaterplanten is gestimuleerd.

Verondieping en verdieping van de Krammerse slikken

Achter de vooroeververdediging is een "onderwaterpolder" geschapen. In de slootachtige verdiepingen ter plekke zijn rijke opstanden van waterpest gevestigd. De maatregel kan als zeer gunstig voor de ontwikkeling van waterplanten op de ondiepten achter de vooroeververdediging worden beschouwd.

Aanleg van paaigebied voor snoek op de Dintelse Gorzen

In het gebied is in een paar jaar een rijke riet-lisdodde begroeiing ontstaan. Deze vegetatie is echter buiten het water tot ontwikkeling gekomen en in een gebied dat gevrijwaard is van begrazing door ganzen en grote grazers. In het water is de aangebrachte vegetatie door ganzen volledig vernietigd. Daardoor functioneert het gebied niet als paaigebied en als opgroeiareaal.

Mogelijk heeft de vergraving in het gebied geleid tot een snellere ontzilting en daardoor tot een snelle kolonisatie van oeverplanten. Zeker is dit niet, ook in het ongeroerde areaal van de Dintelse Gorzen zijn overal kiemplanten van riet of rietgras aan te treffen. Het is niet uit te sluiten dat de Dintelse Gorzen door hun hoog gelegen ligging eerder ontzilten.

Beheersvisserijen

In 1992/93 hebben een viertal proefmatige beheersvisserijen plaatsgevonden, uitgevoerd door de Maatschap Beheersvissers Krammer-Volkerak-Zoommeer:
- visserij met hokfuiken op paairijpe blankvoorn en brasem (voorjaar 1992);
- visserij met kieuwnetten op baars en snoekbaars (oktober 1992 - maart 1993)
- visserij met zegens op één- en meerzomerige blankvoorn in de havens (januari 1993)
- visserij met schietfuiken op pos (maart - mei 1993).

Op basis van de proefvisserijen kon worden vastgesteld dat de visserij met kieuwnetten op baars en snoekbaars en de zegenvisserij in de havens effectieve beheersinstrumenten kunnen zijn in het sturen van de visstandontwikkeling (Ligtvoet et al., 1993a,b). De huidige status van de kennis over de verspreiding van de vis in het VZ is nog onvoldoende om effectieve uitdunningsvisserijen op te zetten (Backx et al., 1992; Ligtvoet et al., 1993). Voor deze twee beheersvisserijen zal meer praktijkervaring moeten worden opgedaan.

BIJLAGE II Indicatieve kostenraming van enkele voorgestelde beheersmaatregelen (tabel 7)

1. Inrichtingswerken ondiepwaterarealen achter vooroeververdediging

- Omvang in te richten areaal 0-1m diep: ca. 1000 ha

- Globale raming grondverzet:
  * areaal 0 - 0,5 m diep = ca. 500 ha
  * te vergraven ca. 20% tot 1 m diep = 750.000 m*3
  60% tot .5 m diep = 1500.000 m*3
  2250.000 m*3

- Prijs per m*3 ca. ƒ 8,-

- Berekende kosten ca. ƒ 8,- x 2250.000 = ƒ 18.000.000,-

- Orde grootte kosten **10 - 20 miljoen gulden.**

2. Aanleg managed marshes

- Omvang in te richten areaal ca 1 ha.

- Aan te leggen dijkjes ca 80 cm hoog, 6-7 m breed -> berging ca. 1200 m*3

- Globale raming grondverzet:
  * vergraven ca. 30% tot 40-50 cm diep = 1500-2000 m*3

- Prijs per m*3 ca. ƒ 8,-

- Berekende kosten ca. ƒ 8,- x 1500-2000 = ƒ 12.000 - ƒ 16.000,-

- Orde grootte kosten ca. **ƒ 15.000,-.**

3. Zegen- en schietfuikvisserij op planktivore vis

Omvang noodzakelijke uitdunning
Naar alle waarschijnlijkheid zal de omvang van het planktivore bestand in het Volkerak- en Zoommeer in 1993 ten minste zo hoog zijn als aan het einde van het groeiseizoen in 1992, ca. 40 kg/ha. Wil er een kans zijn op helder water in het voorjaar aanwezig blijven, dan is het gewenst de planktivore visdichtheid terug te brengen tot 10-15 kg/ha. Vooruitlopend op de bestandsontwikkelingen in 1993, maar aanemende dat genoemde hoeveelheden richtinggevend zijn, kan worden vastgesteld dat er rekening mee moet worden gehouden dat er een uitdunning van 20-30 kg/ha planktivore vis zal dienen plaats te vinden. Gerekend over 6000 ha betekent dit een verwijdering van maximaal ca. 180.000 kg vis.

Uitvoering van de visserij
De uitdunningsvisserij bestaat uit een gecombineerde schietfuikvisserij op het open water (op pos + blankvoorn) en een zegenvisserij (op blankvoorn < 15 cm) in de havens.

Kostenraming uitvoering visserij (kosten derden)
De ervaringen met de uitdunningsvisserijen op het Wolderwijd en Nuldernauw hebben geleerd dat een uitdunningsvisserij met zegens en schietfuiken kan worden uitgevoerd voor een gemiddelde prijs van ƒ 3,- per kg verwijderde vis. In deze prijsstelling zijn verwerkt:
- uitvoering visserij door de beheersvissers
  . vergoeding beheersvissers
  . huur vaartuigen en vangtuigen

. vaarkosten
- kosten aanschaf benodigd materiaal (ondermeer grote zegen)
- kosten afvoer van de vis

De gemiddelde prijs van ƒ 3,- per kg verwijderde vis betrekkend op het Volkerak en Zoommeer en uitgaande van een uitdunning van ca. 30 kg/ha (180.000 kg) resulteert een indicatieve kostenraming van ca ƒ 550.000,- ex. O.B.

Kostenraming ontwerp inrichting, begeleiding, monitoring, rapportage visserij (kosten W+B)
Er zijn met betrekking tot de advieskosten twee opties: een extensieve en een intensieve begeleiding en monitoring.

Extensieve begeleiding
In het geval van een extensieve begeleiding wordt de uitvoering van de beheersvisserijen zoveel mogelijk aan de beroepsvissers overgelaten en kan de visserij plaatsvinden gespreid over een grote periode plaatsvinden. De advieskosten betreffen dan voornamelijk het ontwerp van de visserij, monitoring, kostenbeheersing en verslaglegging.

De advieskosten bedragen in deze vorm gemiddeld 30% van de kosten voortvloeiend uit de uitvoering van de visserij (zie boven). Een indicatie van de advieskosten omvat derhalve ca. ƒ 165.000,- ex. O.B.

Intensieve begeleiding
In het geval van een intensieve begeleiding organiseert en coördineert W+B de uitdunningsvisserijen. Dit houdt in dat de vis actief wordt bejaagd: visconcentraties worden opgespoord en door een gecoördineerd inzetten van specifieke visserijen in verschillende arealen wordt de visstand effectief uitgedund.

De advieskosten in deze vorm bedragen ca. 60% van de kosten van de uitvoering van de beheersvisserij, ofwel ca. ƒ 330.000,- ex. O.B.

Totale kosten

Uitdunning	180.000 kg	
Uitvoering visserij	ƒ 550.000,-	
Advieskosten	extensief	intensief
	ƒ 165.000,-	ƒ 330.000,-
	---	---
	ƒ 715.000,-	ƒ 880.000,-
Onvoorzien 25%	ƒ 178.000,-	ƒ 220.000,-
Totaal ex. O.B.	**ƒ 893.000,-**	**ƒ 1.100.000,-**

BIJLAGE III Verkenning mogelijkheden verzouting Volkerak-Zoommeer

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v.
Boz81.15 bijlage III behorend bij definitief rapport d.d. 96-07-10

Doel

Het chloridegehalte dient tijdelijk op ca. 10 g/l te worden gebracht. Deze saliniteit is overeenkomstig die van zeewater.

Zoutbronnen

1. Krammersluizen : zoutaanvoer op jaarbasis ca. 25 kg/sec
2. Bergse Diepsluis: zoutaanvoer op jaarbasis ca. 2 kg/sec

Schatting opladings-tijd

3. Totale meervolume is opp. x gemiddelde diepte = $6.10^7 \times 5 = 3.10^8$ m^3
4. Benodigde concentratie: 10 g/l = 10 kg/m^3
5. Benodigde aanvoer van zout: (3) x (4) = 3.10^9 kg
6. Benodigde tijdsduur: (5) / (1+2) = ca. 10^8 sec = ca. 3 jaar.

Wenselijke opladings-tijd

Om de schade te beperken zou het aantal groeiseizoenen dat het VZ zout is tot een minimum dienen te worden beperkt. Uitgaande van één zoutgroeiseizoen en een verzoetingsperiode van 8–10 maanden (Behrens, 1992) zou een oplading van het zout in maximaal 8 maanden tot stand dienen te komen. De zoutvracht zou dan in vergelijking met de gebruikte waarden ca. 4 x zo hoog dienen te zijn.

Sturingsmogelijkheden

De gebruikte zoutbronnen vertegenwoordigen de gemiddelde aanvoer over een jaar. Onbekend is in hoeverre de zouttoevoer kan worden vergroot.

Optimaliseren emigratie van vis

Indien het systeem verzout zal de aanwezige vis zich concentreren in de minst saline gedeelten. De verzouting zal vanaf de Krammersluizen en de Bergse Diepsluis naar het westen opschuiven. Nabij de Volkeraksluizen zal het water waarschijnlijk het langst zoet zijn. Door vanuit het Hollands Diep een lokstroom het VZ in te laten zal het contreren van vis verder worden versterkt.

Waarschijnlijk zijn er mogelijkheden om een zodanig klein peilverschil tussen Hollands Diep en Volkerak tot stand te brengen dat enkele uren per dag (getij) de spuisluis open kan staan (W. Beherens, pers.med.), wat de vis de mogelijkheid zou geven het Hollands Diep op te zwemmen.