Raadgevende ingenieurs
Witteveen + Bos

water
infrastructuur
milieu
bouw

RIZA

'Evaluatie Actief Biologisch Beheersprojecten'

Notitie met betrekking tot de manipulatie van de visstand

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

RIZA

'Evaluatie Actief Biologisch Beheersprojecten'

Notitie met betrekking tot de manipulatie van de visstand

registratie	projectcode	status
Rap/70.067	RW719.1	definitief
projectleider	**projectdirecteur**	**datum**
drs. M. Klinge	drs. M.P. Grimm	98-03-19

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	drs. M.P. Grimm	

Witteveen+Bos
Raadgevende ingenieurs b.v.

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

© 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.

1946534

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	1
1.1. Aanleiding van de notitie	1
1.2. Opbouw van de notitie	1
2. EVALUATIE VAN DE VISSTANDKUNDIGE MAATREGELEN	2
2.1. Inleiding	2
2.2. Het in kaart brengen van de visstand	2
2.2.1. Inleiding	2
2.2.2. Evaluatie	2
2.3. Viswering	3
2.3.1. Uitvoering	3
2.3.2. Evaluatie	4
2.4. Uitdunning visstand	5
2.4.1. Uitvoering	5
2.4.2. Evaluatie	6
2.4.3. Uitdunningsnorm	6
2.5. Uitzetting van dierlijke organismen	7
2.5.1. Uitvoering	7
2.5.2. Evaluatie	8
2.6. Uitzetten van waterplanten	9
2.6.1. Uitvoering	9
2.6.2. Evaluatie	9
2.7. Inrichtingsmaatregelen	10
2.7.1. Uitvoering	10
2.7.2. Evaluatie	10
3. EVALUATIE VAN DE ONTWIKKELINGEN NA DE MAATREGELEN	12
3.1. Inleiding	12
3.2. Discussie per water	12
3.2.1. Binnenschelde	13
3.2.2. Wolderwijd-Nuldernauw	13
3.2.3. Het compartiment in het Zuidlaardermeer	14
3.2.4. Duinigermeer	14
3.2.5. Izakswiid	14
3.2.6. Zwemlust	15
3.2.7. Volkerak-Zoommeer	15
3.2.8. Breukeleveense Plas	16
3.2.9. Waaij	16
3.2.10. Overige wateren	16
3.3. Discussie per thema	17
3.3.1. Trends in de biomassa van de visstand	17
3.3.2. Trends in de soortensamenstelling van de visstand	19
3.3.3. Invloed van roofvis	20
4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	22
4.1. Belangrijkste conclusie	22
4.2. Aanbevelingen	22
LITERATUUR	23

BIJLAGEN	aantal pagina's
I Tabellen	5
II De relatie tussen totaal-P en visproductie en -biomassa	2
III Reductievisserijen: praktijkervaringen	8

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding van de notitie

In 1997 heeft een evaluatie plaatsgevonden van in Nederland uitgevoerde projecten op het gebied van actief biologisch beheer (ABB). Deze evaluatie is uitgevoerd door het RIZA. Aan Witteveen+Bos is gevraagd om, vanuit haar betrokkenheid bij vele ABB-projecten, een redactionele en inhoudelijke bijdrage aan de evaluatie te leveren. Deze bijdrage, welke is vastgelegd in voorliggende notitie, spitst zich toe op de manipulatie van de visstand in de verschillende projecten. Er wordt ingegaan op zowel de manipulatie zelf als de effecten hiervan op het ecosysteem.

1.2. Opbouw van de notitie

In de notitie ligt de nadruk op die projecten waarbij medewerkers van Witteveen+Bos actief betrokken zijn geweest. Projecten waarbij geen betrokkenheid bestond worden in de evaluatie meegenomen voor zover hierover informatie in rapporten beschikbaar was.

In de notitie wordt niet ingegaan op de algemene achtergronden van ABB en de verschillende projecten. Deze zijn elders uitgebreid beschreven. In de notitie wordt ingegaan op de uitvoering van de manipulatie van de visstand en de ontwikkeling van de visstand na de maatregelen. Hierbij is de volgende
indeling gehanteerd:

- In hoofdstuk 2 worden de verschillende maatregelen (opnamen, uitdunning, viswering e.d.) geëvalueerd;
- In hoofdstuk 3 wordt een discussie over de effecten van de maatregelen gevoerd, zowel per water als per thema;
- In hoofdstuk 4 tenslotte wordt een aantal conclusies en aanbevelingen gegeven.

2. EVALUATIE VAN DE VISSTANDKUNDIGE MAATREGELEN

2.1. Inleiding

Vanaf 1983 is, nadat een experimentele periode in proefvijvers was afgesloten, een aantal natuurlijke wateren onderwerp van studie geweest. In het ecosysteem van deze wateren was doelgericht ingegrepen vanuit de doelstelling om middels Actief Biologisch Beheer een omslag van troebel naar helder water te bewerkstelligen. Ook werden de gevolgen van ingrepen bestudeerd die weliswaar de (totale) verandering van een ecosysteem tot gevolg hadden, maar waar dit geen doel vanuit ecologisch ABB perspectief was (bijvoorbeeld de verzoeting van het Volkerak-Zoommeer na afsluiting van dit estuarium en de aansluitende verdwijning van de zoutwatervis).

In de beginfase van de toepassing van Actief Biologisch Beheer in Nederland werd vooral het verwijderen van vissen toegepast, alsmede het blijvend laag houden van de visstand totdat onderwaterplanten zich hadden hersteld. Later zijn aanvullende maatregelen zoals baggeren, reductie van nutriënten en habitatverbetering ook onder de noemer ABB geschaard. Waar de eerste ABB-programma's zich nog hoofdzakelijk op vis richtten, omvat ABB nu volledige ecologische herstelprogramma's.

Als richtlijn bij het uitdunnen gold een uitdunning tot meer dan 75% van de aanwezige biomassa (handleiding ABB), liefst een zo volledige mogelijke verwijdering van de aanwezige, met troebel water geassocieerde, visstand. Om een dergelijke meetbare reductie uit te voeren moet er ook een goede indruk van de aanwezige visstand zijn. Na reductie van de visstand bleven doorgaans vissen achter die voor de recrutering van nieuwe vissen konden zorgen. De blijvende reductie van de visstand totdat onderwaterplanten zich herstelden zou gerealiseerd moeten worden door eventuele aanvullende visserijen uit te voeren. In bijlage III staat een verslag van enkele ervaringen die zijn opgedaan bij uitdunnings- en onderhoudsvisserijen in verschillende wateren. Wateren of gedeelten daarvan die met ander water in open verbinding stonden moesten daarvan visdicht worden afgesloten. Soms zijn andere vissoorten (bijvoorbeeld roofvis), diersoorten (watervlooien, driehoeksmosselen) en/of waterplanten uitgezet bij ABB. Verder is in enkele gevallen de inrichting van het water optimaal geschikt gemaakt als roofvishabitat.

Wat deze aspecten betreft zijn er dan de volgende onderwerpen die gewaardeerd moeten worden:

- kwantitatief en kwalitatief in kaart brengen van de visstand qua soortsamenstelling, biomassa en verspreiding in ruimte en tijd;
- visdicht afsluiten van aangrenzende wateren;
- uitdunningsvisserijen;
- uitzet van dieren en planten;
- inrichtingsmaatregelen ten behoeve van roofvis.

2.2. Het in kaart brengen van de visstand voor de uitdunning

2.2.1. Inleiding

Het in kaart brengen van de visstand is van groot belang voor de uitdunning. De volgende aspecten spelen een rol:

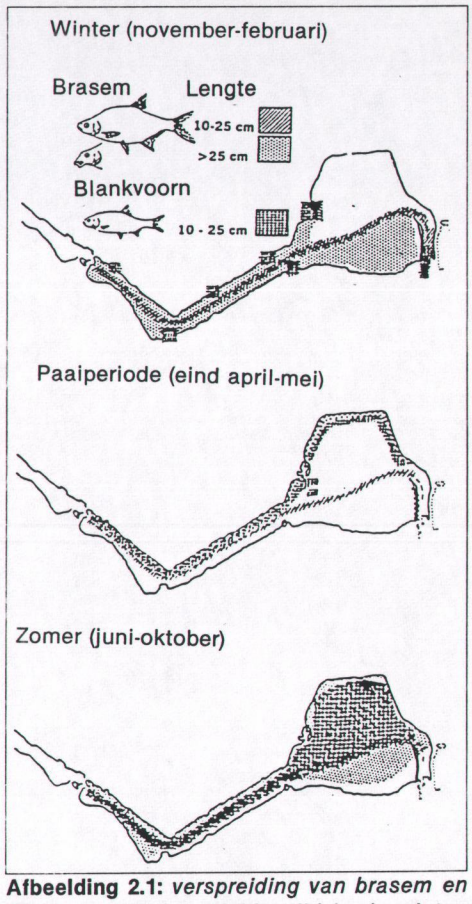
1) Soortensamenstelling, lengtesamenstelling en biomassa. Kennis hieromtrent is van belang voor het vaststellen van de hoeveelheid vis die verwijderd moet worden;
2) Verspreiding van de visstand in ruimte en tijd. Kennis hieromtrent is van belang voor het kunnen uitvoeren van een efficiënte uitdunning.

2.2.2. Evaluatie

Het in kaart brengen van de visstand is op nogal uiteenlopende wijze gebeurd. Van een aantal wateren waren nauwkeurige bestandsopnamen bekend. Dit zijn: de Hollands Ankeveense Plas, Galgje, Noorddiep, Breukeleveense plas, de Binnenschelde, het Duinigermeer, Klein Vogelenzang, Sondelerleien, de Waaij, het Wolderwijd en de Deelen.

Van een aantal van deze wateren staat echter niet vast of het tijdstip van bemonsteren wel geschikt was om de vispopulatie die in het groeiseizoen in het water aanwezig is te karakteriseren. Dit geldt met name voor de Hollands Ankeveense Plas, de Deelen, Klein Vogelenzang en de Sondelerleien. Deze wateren werden in de winterperiode bemonsterd wanneer de vissen zich in overwinteringsgebieden ophielden die buiten het proefwater lagen. Van andere wateren (Tusken Sleatten en 40 Med) waren alleen historische en zeer globale opnames bekend. Voor weer andere wateren is onbekend met welke mate van expertise er bestandsschattingen zijn gebeurd. Dit is met name het geval bij de fortgracht te Edam en de fortgracht te Veldhuis. Bij twee wateren was een opname vooraf niet van belang, namelijk in Zwemlust en in de IJzeren man. Deze wateren werden drooggezet en alle aanwezige vissen werden daarbij verwijderd.

In vrijwel geen enkel water zijn voorafgaand aan de uitdunningsvisserij meervoudige opnamen van de visstand gemaakt, zodat hieruit de seizoenmatige verspreiding, in het bijzonder het verschil tussen de zomer en winter, afgeleid kon worden. Slechts in het Wolderwijd-Nuldernauw was dit het geval (**afbeelding 2.1**), en kon op basis hiervan een strategie voor de uitdunning gemaakt worden. In alle andere wateren werd de verspreiding van de visstand pas gedurende de uitdunning duidelijk (zie § 2.4.2). In het Duinigermeer bleek bijvoorbeeld, dat zich zeer veel planktivore vis in de omliggende sloten bevond (**afbeelding 2.2**).



Afbeelding 2.1: *verspreiding van brasem en blankvoorn in het Wolderwijd in de winter, gedurende de paaitijd en in de zomer. Bron: Grimm & Backx, 1994.*

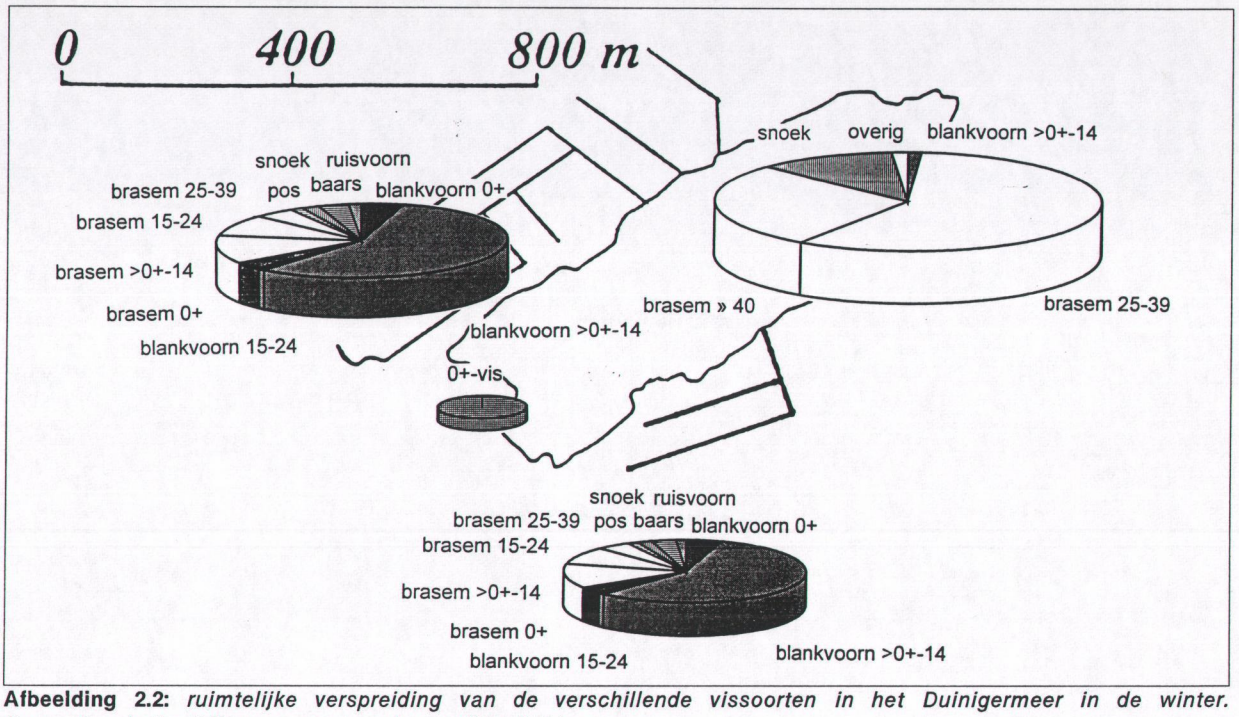
2.3. Viswering

In open wateren kan het voorkomen dat er na de uitdunning immigratie van vissen van buiten het gebied optreedt, waardoor de effecten van de uitdunning teniet zouden kunnen worden gedaan. In deze wateren is het aanbrengen van een viswering belangrijk.

2.3.1. Uitvoering

In bijlage I, tabel 2.1 is aangegeven in welke wateren een viswering is aangelegd. De Waaij, Zwemlust, Tusken Sleatten, Izakswiid en 40-Med zijn geïsoleerd gelegen wateren, zodat hier geen viswering nodig was. Het Nannewijd en het Wolderwijd hebben wel een open verbinding met andere wateren, maar hier is geen permanente en/of volledige viswering aangelegd. In het Wolderwijd is de spuisluis naar het Gooi-Eemmeer in het groeiseizoen met netten afgezet en is de waterinlaat vanuit het Veluwemeer van een waterdoorlatende maar viswerende constructie voorzien. Bij de schutsluizen zijn in de zomer fuiken wel geplaatst, maar is geen echte viswering aangelegd.

In sommige wateren (Noorddiep, Bleiswijkse Zoom) kon een viswering worden aangelegd waar geen boten meer doorheen hoefden te varen. In deze gevallen bestond de viswering uit een simpel rooster. In de meeste andere gevallen moest de viswering passeerbaar zijn voor kleine bootjes. Hiervoor zijn verschillende oplossingen bedacht. In het Duinigermeer is een borstelbaan met elektriciteit aangebracht, in de Deelen een zonder elektriciteit. In de Breukeleveense Plas zijn twee verschillende beweegbare visweringen gebruikt: 2 klaphekken met een gasveer en 2 keernetten welke na een signaal van een infrarooddetector in de doorvaartroute op de bodem zakten en na 1½ minuut weer naar boven kwamen. In een slootje bij de Hollands Ankeveense Plas is een soort goot geïnstalleerd, waar een bootje overheen getrokken kan worden.



Afbeelding 2.2: *ruimtelijke verspreiding van de verschillende vissoorten in het Duinigermeer in de winter. Proportionele taartdiagrammen van de verwijderde biomassa.*

2.3.2. Evaluatie

algemeen

Intrek van vis na de uitdunning heeft in alle gevallen waarbij dit geconstateerd is een negatief effect gehad (Klein Vogelenzang, Wolderwijd-Nuldernauw, Duinigermeer, Breukeleveense Plas, Sondelerleien, Hollands Ankeveense Plas). Daarom is een effectieve viswering heel belangrijk. Dit geldt in het bijzonder in wateren die in open verbinding staan met andere wateren en in gevallen dat vis met een sterke neiging tot migreren te verwachten is. Dit laatste kan optreden omdat een gebied een traditioneel paaigebied vormt (Sondelerleien) of wanneer er waterstroming vanuit het gebied naar aanliggende wateren optreedt. Water met daarin hoge dichtheden *Daphnia* kan een sterke aantrekkende werking uitoefenen op vis, wat bijvoorbeeld optrad in het Zuidlaardermeer en in het Wolderwijd-Nuldernauw. Dergelijke vismigraties zijn erg moeilijk tegen te houden.

evaluatie per water (voor zover personen van W+B hierbij betrokken zijn geweest)

Het achterwege blijven van effecten van ABB in Klein-Vogelenzang is te wijten aan de intrek van vissen door de klapdeurtjes die de plas van de rest van het gebied afscheidde.

In het Wolderwijd-Nuldernauw werd in de periode 1992-1995 ieder jaar een dramatische aangroei van de vispopulatie (met name grote brasem) waargenomen, die geheel door intrek uit het Nijkerkernauw verklaard wordt. De afwezigheid van viswerende werken voor de schutsluizen speelde daarbij een belangrijke rol. Vanwege de permanente visserij op grote brasem zijn de negatieve effecten van de intrek mogelijk beperkt gebleven.

In het Duinigermeer werd de wering geplaatst in een meer waar de autochtone vispopulatie die daar zomers verblijft weg was gevangen. De wering functioneerde van juni-september zonder elektriciteit en had een goede viswerende werking. Elektriciteit bleek onmisbaar het volgende jaar in de paaiperiode (maart-juni), toen vissen uit het nabijgelegen Giethoornse meer, die het Duinigermeer als kraamkamer gebruiken, binnendrongen.

Vissen werden door een niet-geëlektrificeerde borstel in de Deelen niet buiten het leeggevis-te gebied gehouden. Voor het verschil in viswerendheid tussen het Duinigermeer en de Deelen is de volgende verklaring de meest waarschijnlijke:

De vispopulatie van de Deelen is uitgedund op een moment dat het grootste gedeelte van de planktivore visstand zich al buiten het gebied bevond (de najaarstrek begint medio september, de bevissing vond in de winter plaats), na medio mei, als de voorjaarstrek vissen terug brengt naar het gebied dat zij het groeiseizoen bewonen, vonden deze vissen een borstel op hun weg. Een dergelijk obstakel valt voor deze vissen in de orde van een calamiteuze verandering op de trekroute, maar geen onoverkomelijke verandering. Daarvoor zijn de vissen, bewoners van de uitgestrekte moerassen en verlandingsseries, evolutionair gezien wel wat gewend. Homing van vis (trek van vissen terug naar het gebied dat zij in het groeiseizoen bewonen) is kennelijk een sterke emotie die meer obstakels doet passeren dan de trek van nieuwe rekruten in een populatie.

De constructies in de Breukeleveense Plas (klaphek en valnet) bleken niet te voldoen. Het klaphek werd door passanten te lastig bevonden en met een touw open gehouden. Het valnet met infrarood-detectie bleek gevoelig voor condensvorming en spinnenwebben in de detectiezone. Ook vonden kinderen het leuk om voortdurend heen en weer over de constructie te varen, waardoor het net lange tijd op de bodem bleef liggen.

conclusies
Visweringen waarin niet noodzakelijk bootpassages hoeven te worden aangelegd zijn het eenvoudigst aan te leggen: hierin kan het water simpelweg helemaal afgezet worden met bijvoorbeeld een damwand, of, wanneer de waterdoorlatendheid van een wering belangrijk is, met een combinatie met metalen roosters.

Viswering met slechts enkele bootpassages (lokaal bestemmingsverkeer) zijn ook niet zo moeilijk in de aanleg. Constructies zoals in Ankeveen (overtoom) of zoals in het Zuidlaardermeer (met lier beweegbare klep) voldoen in principe goed.

Visweringen in openbaar vaarwater zijn veruit het moeilijkst aan te leggen. Hier zijn speciale constructies vereist welke vissen tegenhouden, maar recreatie- en (eventueel) beroepsvaart door moeten laten. Klapdeurtjes en geautomatiseerde valnetten werken in de praktijk niet en blijken uiteindelijk goed passeerbaar voor vissen. Het meeste succes tot nu toe heeft een viswering die bestaat uit een borstelscherm dat geëlektrificeerd wordt. Deze experimentele viswering functioneert in het Duinigermeer naar volle tevredenheid, maar is nog niet standaard toepasbaar. Veiligheidsaspecten dienen per locatie bekeken te worden. Ook verdienen de sterkte van het elektrische veld en de configuratie van de elektroden nog verdere ontwikkeling.

Viswerende werken in grote wateren zullen niet altijd als visborstels kunnen worden uitgevoerd. In dieper water met grote waterverplaatsing zal eerder gedacht moeten worden aan sluiswerken die voorzien zijn van een installatie die de vissen verdrijft als er bootpassages zijn, teneinde schutting samen met de boten te voorkomen. In het Zuidlaardermeer (Witteveen+Bos, 1998) en in de randmeren zou een toepassing van een dergelijke constructie van nut kunnen zijn.

2.4. Uitdunning visstand
2.4.1. Uitvoering
In bijlage I, tabel 2.2 is een overzicht gegeven van de uitdunningsvisserijen. In slechts 7 meren (De Deelen, Noorddiep, Izakswiid, Nannewijd, Zwemlust, IJzeren Man en Breukeleveense Plas) is een eenmalige uitdunning van de visstand uitgevoerd. Bij de IJzeren Man en Zwemlust is door middel van wegpompen van water het meer drooggelegd: hier is vervolgens alle aanwezige vis verwijderd. In een aantal wateren (zoals het Wolderwijd, Klein Vogelenzang, Sondelerleien en Fort Veldhuis) is meerdere malen uitgedund. In de Sondelerleien, de Hollands Ankeveense Plassen en het Duinigermeer is een tweede keer uitgedund omdat er visintrek had plaatsgevonden. In het Wolderwijd is, naast de 'officiële' uitdunningen in het kader van ABB, jaarlijks een visserij op pootvis uitgevoerd door de beroepsvisserij, waarbij naar schatting 20-40 kg/ha is verwijderd.

De uitdunning van de visstand vond meestal plaats met een combinatie van vangmethodieken, zowel actief (zegen, kuil, elektrovisapparatuur) als passief (staande netten, fuiken). Vrijwel altijd was het doel om, conform de Handleiding Actief Biologisch Beheer, meer dan 75% van de aanwezige visstand te verwijderen. Soms werden opeenvolgende uitdunningen uitgevoerd maar deze brachten, afgezien van het Duinigermeer, de visstand niet meer op de lage streefwaarde terug. Tot welk niveau de visstand dan wel werd teruggebracht is vaak onbekend omdat er, behalve in het geval van het Wolderwijd, Breukeleveen, Duinigermeer, Galgje, Noorddiep, Zwemlust, de Waaij en het Zuidlaardermeer geen bestandsopnames zijn uitgevoerd.

2.4.2. Evaluatie

Van de 21 wateren waarin ABB is uitgevoerd zijn er 11 onvoldoende (herhaald) of ondeskundig bevist. Daarin tellen we het Volkerak-Zoommeer niet mee, omdat daar sprake was van een andere uitgangssituatie: dit is een verzoet estuarium waaruit het zeeleven verdween en waarin zich door immigratie een zoetwatersysteem ontwikkelde. Wateren waar de reductie goed is uitgevoerd of in een later stadium goed werd gecorrigeerd zijn: Hollands Ankeveense Plas, de Binnenschelde, het Duinigermeer, het Galgje, het Noorddiep 3, de Waaij, het Wolderwijd-Nuldernauw, de IJzeren Man, het proefcompartiment van 75 ha in het Zuidlaardermeer en Zwemlust. Eenmalige reductievisserijen waren òf mislukte projecten (de Deelen, de Breukeleveense plas, Izakswiid, Nannewijd) òf duidelijke successen in termen van ABB-doelstellingen (Zwemlust, Noorddiep, IJzeren Man). De mate van reductie van de visstand verschilt naar ervaring en ingeschakelde expertise. In een aantal wateren is bijvoorbeeld ongeschikt vismateriaal toegepast. Dit geldt met name voor de Friese wateren, waar doorgaans gevist werd met zegens die een maaswijdte van 30 of 40 mm (hele maas) hadden, waardoor vissen kleiner dan 10 tot 15 cm niet gevangen werden.

In een aantal gevallen waren aanvullende visserijen nodig, veelal omdat het herstel van de ondergedoken watervegetatie traag verliep en de visstand ondertussen aangroeide. Soms werd hierbij door de beheerder het standpunt ingenomen dat het doel van ABB was om middels een **eenmalige** ingreep een blijvende verandering in een water te bewerkstelligen en dat aanvullende visserijen daarom uit den boze waren. Dit leidde er soms toe dat geen tweede visserij werd getolereerd, zoals in Zwemlust. Zelfs na 7 jaar, toen schadelijke effecten van vissen en vogels op de vegetatie optraden, werd aanvullende visserij niet toegestaan. In sommige gevallen werd wel een tweede visserij op een specifieke groep vissen toegestaan. In het Galgje werd bij een tweede bevissing karper en broed verwijderd, mede omdat ten gevolge van werkzaamheden het ecologisch herstel van het water vertraagd was. Gesignaleerd wordt dat de uitdunning van de visstand in het Galgje nooit van dien aard is geweest dat de planktivore vis tot een afdoende laag niveau in het voorjaar werd teruggebracht. De halfslachtige ontwikkeling van het Galgje, dat in plaats van een kranswierwater een schedefonteinkruidwater werd, is mogelijk mede daaraan toe te schrijven.

concluderend

Er mag worden gesteld dat manipulatie van de visstand op een planmatige en te kwantificeren manier een van de hoofdpijlers is van het pakket ABB-maatregelen. In dat licht is het opvallend te constateren dat juist op dit onderdeel regelmatig een tekort aan fondsen beschikbaar is gesteld. Het werken met geen of gedateerde bestandsopnames in de Friese wateren, het werken met niet gespecialiseerde bedrijven in de fortgrachten in Noord-Holland en het achterwege blijven van bestandsopnames in andere wateren illustreert dit.

Ten aanzien van het beheer van de visstand na de eerste reductievisserij is geen consistent beleid gevoerd. Onderzoeksmatige en beheerstechnische interesses conflicteerden in een aantal gevallen.

2.4.3. Uitdunningsnorm

De mate van uitdunning is in een aantal wateren goed verlopen, en in andere wateren twijfelachtig geweest. Bijlage I, tabel 2.2 geeft een indruk van de gerealiseerde mate van reductie van de visstand in de verschillende wateren.

Als normpercentage voor de uitdunning is 75% gehandhaafd. Dit normpercentage werd echter alleen in de eerste 2 jaren van uitdunning gehanteerd. Later, vanaf de manipulatie van de visstand in het Wolderwijd-Nuldernauw is het streven geweest de biomassa te reduceren tot 15-25 kg planktivore vissen (0-15 cm) per ha en 25-50 kg overige witvis per ha. In feite gaat het dus om een reductie die de visbiomassa terugbrengt tot die van een vispopulatie die hoort bij oligotroof tot mesotroof water (tP 0,03-0,05 mg/l).

Conform de Handleiding Actief Biologisch Beheer (Hosper *et al.*, 1994) dient gestreefd te worden naar een uitdunning van tenminste 75% van de aanwezige visstand. De gedachte hierachter is dat de productiviteit van het water bepaalt hoeveel vis er mag achterblijven. In hoogproductieve wateren met veel vis zou, om hetzelfde effect (helder water) te krijgen, meer vis achter mogen blijven dan in wateren met veel minder vis. Of dit zo is, is niet met de geëvalueerde projecten vast te stellen: hoogproductieve wateren zoals Zwemlust en de IJzeren Man zijn geheel leeggepompt, zodat we nooit zullen weten of het achterlaten van 250 kg/ha (Zwemlust) tot dezelfde effecten had geleid. Het lijkt echter niet waarschijnlijk, gezien het feit dat in veel wateren nog zo'n 200 kg/ha aanwezig is wanneer er tot uitdunning wordt overgegaan. Veel waarschijnlijker is het bestaan van absolute drempelwaarden waarboven vissen ongewenste invloeden beginnen te krijgen. Een voorbeeld is het onderzoek van Breukelaar *et al.* (1994), waaruit naar voren komt dat benthivore vissen boven een zekere biomassa via opwoeling van bodemmateriaal effect op de zichtdiepte beginnen te krijgen.

Welke drempelwaarden precies gehanteerd zouden moeten worden is vooralsnog niet geheel duidelijk. Dit geldt vooral voor de **absolute maximumbiomassa**. Dit komt doordat van die wateren welke niet of bijna niet helder geworden zijn (de Deelen, Sondelerleien, 40 Med) ook geen goede visstandgegevens voorhanden zijn. Wat we wel kunnen vaststellen is een **veilige ondergrens** waarbij het water nog helder blijft en waterplanten zich kunnen ontwikkelen. In het Wolderwijd-Nuldernauw zijn streefwaarden gehanteerd van 10 tot 15 kg/ha planktivore (watervlooien-etende) vis (0-15 cm) en 15 tot 25 kg/ha benthivore (bodemvoedsel-etende) vis. Hetzelfde geldt voor het Duinigermeer en het Zuidlaardermeer. Deze waarden zijn in alle drie de wateren gehaald en deze wateren zijn ook helder geworden, zodat ze als veilige ondergrens geschikt lijken.

Wat betreft bovenstaande grens voor de benthivore visstand: In het Noorddiep en de Bleiswijkse Zoom zijn grotere hoeveelheden benthivore vis achtergebleven dan 15-25 kg/ha, namelijk circa 60 kg/ha, terwijl deze wateren wel helder zijn geworden. Dit suggereert dat de veilige ondergrens voor de benthivore visstand per water kan verschillen. Factoren welke hiermee kunnen samenhangen zijn de bodemsamenstelling en de soortensamenstelling en lengte-opbouw van de benthivore visstand. In een water met een bodem met veel makkelijk opwervelbare en langzaam bezinkende deeltjes (bijvoorbeeld kleideeltjes) zal minder benthivore vis mogen achterblijven dan in een water met een zandbodem of een grove veenbodem. Van karper is bekend dat deze sterker woelt dan brasem (Breukelaar *et al.*, 1994). In het Noorddiep bestond de benthivore visstand weliswaar uit karper, maar betrof het slechts enkele exemplaren van 7 à 10 kg per stuk, waarvan weinig effect verwacht mag worden. In Bleiswijk bestond het benthivore restbestand voornamelijk uit brasem en karper. In dit water zijn aanwijzingen gevonden dat de visstand in Bleiswijk na de uitdunning negatieve effecten op het herstel van het water bleef houden (zie eerder). Gezien deze feiten wordt het aanhouden van een veilige ondergrens van 25 kg/ha benthivore vis aanbevolen.

2.5. Uitzetting van dierlijke organismen

2.5.1. Uitvoering

roofvissen

In de eerste jaren van toepassing van ABB in Nederland (tot 1993) werd na iedere uitdunning jonge roofvis uitgezet, met als doel de stand te vergroten en daarmee de recrutering van witvis onder controle te houden. In een enkel geval (Wolderwijd) is jonge roofvis uitgezet met het doel een explosieve ontwikkeling van aasgarnaal (*Neomysis sp.*) te voorkomen.

snoek
De snoekpopulaties van door onderwaterplanten overgroeide wateren werden verondersteld een specifieke samenstelling te hebben: weinig volwassen exemplaren van 40 cm en groter en veel eenjarige vissen (50-75 % van de maximale biomassa van 75-150 kg/ha). Deze opbouw komt als volgt tot stand: de jonge snoekjes recruteren massaal, mede door een zeer ruim aanbod aan waterplanten. Hierbij vreten zij een groot deel van de kleine prooivissen weg, en ruimen vervolgens elkaar op (kannibalisme) als de waterplanten in het najaar verdwijnen. De paar snoeken die dat overleven groeien door en gaan deel uitmaken van de volwassen populatie.

Omdat in de ABB-wateren geen snoekhabitat aanwezig was, waren uitzettingen van jonge snoek gewenst. Meestal betrof het broed van snoek. De hoeveelheden wisselden van 100-1000 ind/ha (bijlage I, tabel 2.3). Door snoek uit te zetten medio mei-eind mei, op het moment dat de waterplanten explosief zouden ontwikkelen (planten als voorwaarde aanwezig!), werd beoogd een goede snoekstand te scheppen. In een enkel geval -Zwemlust- had de uitzetting geen ander doel dan een plantenminnende visstand te verkrijgen. In het Noorddiep is besloten om geen snoekbroed uit te zetten, omdat hier al voor de uitdunning een redelijke snoekstand aanwezig was (45 kg/ha).

baars en snoekbaars
Naast snoek is er in sommige wateren ook andere jonge roofvis (snoekbaars, baars) uitgezet (zie tabel 2.3). Het betrof uitzettingen die tot doel hadden de visstand te diversificeren en om de roofvispopulaties te maximaliseren. In de Binnenschelde, de Fortgracht te Veldhuis en het Wolderwijd werd baars uitgezet om een explosieve ontwikkeling van de aasgarnaal *Neomysis integer* tegen te gaan. In de Waaij zijn in 1994 volwassen baarzen uitgezet.

overige vissen
Ter bestrijding van de explosief ontwikkelende stekelbaars populatie in de Binnenschelde is aal uitgezet. In Zwemlust werd ook aal ingebracht, maar hier ging het om het vergroten van het maatschappelijk draagvlak van de maatregel ABB (aal voor beroepsvisser).

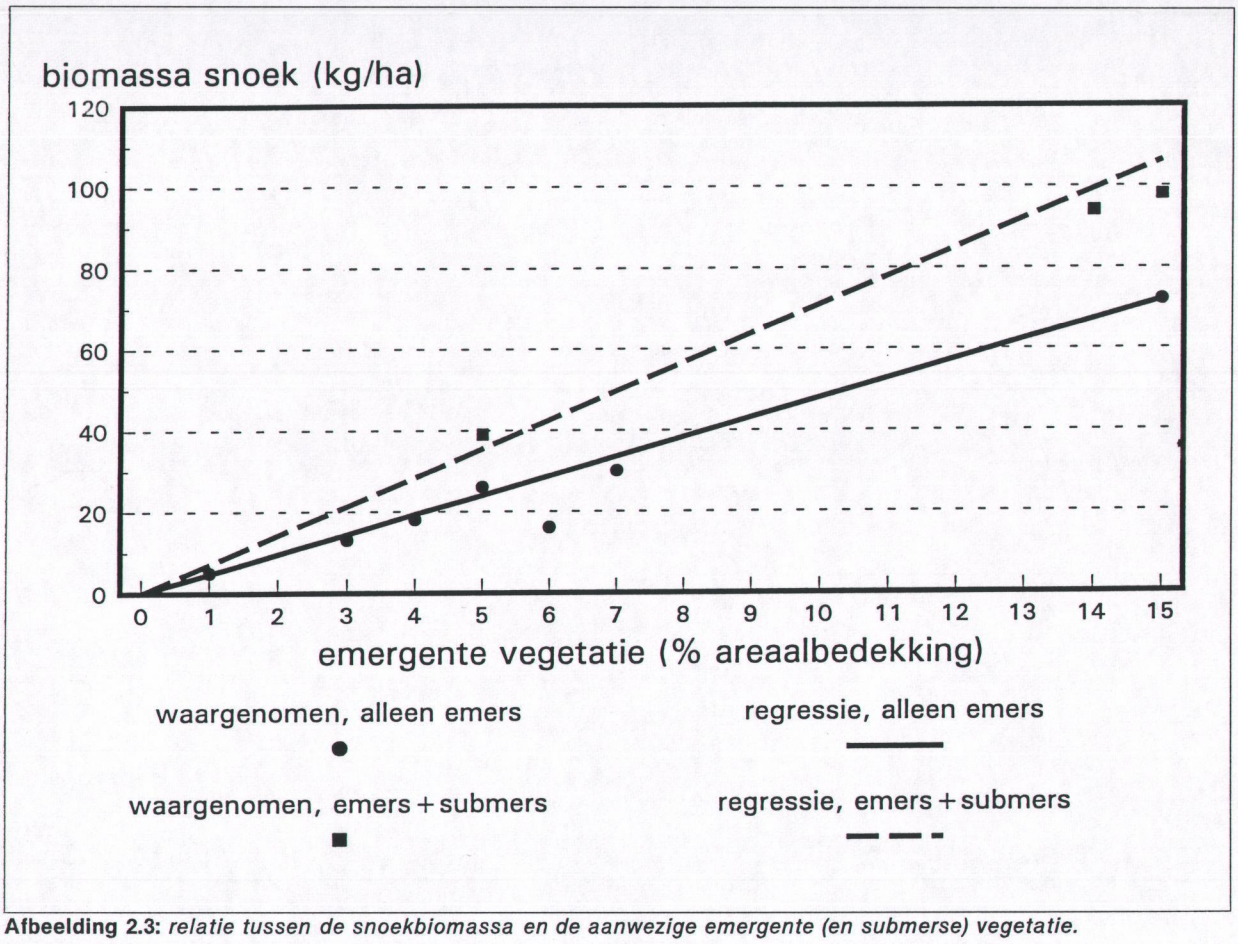
In de leeggepompte wateren werden naast roofvissen ook andere vissoorten uitgezet. Dit werd gedaan om een visstand te creëren van een gewenste samenstelling, zowel vanuit ecologisch oogpunt (visassociatie van helder begroeid water) als vanuit beheersoogpunt. Zo werd voor het zeer eutrofe en daarom ecologisch labiel veronderstelde Zwemlust een simpele visstand (ruisvoorn en snoek) wenselijk geacht. Voor de IJzeren Man werd door de hengelsportvereniging een diversere visstand wenselijk geacht.

In Zwemlust werd als reactie op de uitbraak van zwemmersjeuk blankvoorn uitgezet. De uitgezette blankvoorns overleefden slechts enkele weken, waarschijnlijk door conditieverlies of stress door de uitzetting.

overige dierlijke organismen
In wateren waar grotere Daphnidesoorten niet of nauwelijks waren waargenomen, of waar ten gevolge van drooglegging geen *Daphnia*'s meer aanwezig werden verondersteld, zijn deze dieren uitgezet. Het Galgje, Zwemlust, de Breukeleveense Plas en de Binnenschelde ontvingen allen *Daphnia*'s in dichtheden in de orde van 0,01 à 0,001 individuen per liter. In De Waaij zijn ook driehoeksmosselen uitgezet. Aldus werd beoogd een natuurlijke watervlooienpopulatie te creëren en daarmee de graasdruk op algen te vergroten.

2.5.2. Evaluatie
In geen van de onderzochte wateren treedt na uitzettingen een substantiële vergroting van de snoekstand op. Wanneer de uitzettingen achteraf worden beschouwd, kan geconstateerd worden dat de snoekjes in geen enkel water zijn uitgezet op het moment dat onderwaterplanten in voldoende mate aanwezig waren. In de meeste gevallen werden snoekjes in onbegroeide wateren uitgezet.

Het instrument dat in proefvijvers (van het proefveld van de OVB te Beesd en van de toenmalige directie Flevoland in het Wolderwijd) waar submerse vegetatie vanaf april aanwezig was adequaat was, bleek in de praktijk van het natuurlijke water (waar ondergedoken waterplanten niet of veel later opkomen) onbruikbaar.



Afbeelding 2.3: *relatie tussen de snoekbiomassa en de aanwezige emergente (en submerse) vegetatie.*

Er is een duidelijk positief verband tussen de biomassa van de snoekstand en de areaalbedekking van een water met emergente vegetatie (**afbeelding 2.3**). Iedere procent areaalbedekking met emergente vegetatie zorgt voor bijna 5 kg snoekbiomassa per hectare. Wanneer er daarnaast nog veel submerse vegetatie voorkomt (tenminste 50% bodembedekking), dan is iedere procent emergente vegetatie goed voor 7 kg snoek per hectare. Bezien vanuit deze feiten zijn uitzettingen van jonge snoek niet zinvol; er overleven in het najaar, wanneer de ondergedoken watervegetatie afsterft, net zo veel dieren als de aanwezige emergente vegetatie dan kan bevatten.

2.6. Uitzetten van waterplanten

2.6.1. Uitvoering

Voor een aantal andere wateren werd een extra impuls voor onderwatervegetatie op zijn plaats geacht. Daarom werden waterplanten uitgezet in de volgende wateren: Zuidlaardermeer, Zwemlust, IJzeren Man, Binnenschelde, Volkerak Zoommeer, de Waaij.

2.6.2. Evaluatie

De effecten van uitzetten van waterplanten zijn tot nu toe niet duidelijk.

2.7. Inrichtingsmaatregelen

In een aantal projecten zijn inrichtingsmaatregelen genomen. Deze maatregelen hadden in vrijwel alle gevallen tot doel om de hoeveelheid snoekhabitat in de vorm van emergente vegetatie te vergroten. Hierbij was het vooral de bedoeling om te voorzien in kraamkamers en opgroeigebied voor snoek <15 cm.

2.7.1. Uitvoering

Galgje en IJzeren Man: In het Galgje en de IJzeren Man zijn natuurvriendelijke oevers gecreëerd. De werking hiervan is niet geëvalueerd.

Volkerak-Zoommeer: In het Volkerak is in de Dintelse Gorzen een kunstmatig krekenstelsel aangelegd als kraamkamer, paai- en opgroeigebied voor snoek.

Waaij: In de Waaij is een stuk oeverweiland verlaagd en ingericht als paai- en opgroeigebied voor snoek. Tevens is in dit water paaisubstraat voor snoekbaars ('nesten' gemaakt van wilgentakken) geïntroduceerd.

Tusken Sleatten: Grenzend aan de Tusken Sleatten is een grasland onder water gezet om als paaigebied voor de snoek te fungeren.

Duinigermeer: In het Duinigermeer zijn in een gebied van ± 3 hectare, grenzend aan het meer, door Natuurmonumenten greppels en poelen gegraven, vooral bedoeld als paai- en opgroeigebied voor de snoek.

Binnenschelde: In de Binnenschelde is een gebied van 14 ha ingericht als paaigebied voor snoek en opgroeigebied voor jonge snoek (Witteveen+Bos, 1994). In dit door een kade omgeven gebied, opgebouwd uit greppels, sloten en oeverlanden, wordt in het vroege voorjaar de waterstand met behulp van twee windmolens 50 cm verhoogd, zodat de graslanden onderlopen. In het voorjaar kunnen volwassen snoeken via een vispassage vanuit het meer naar het gebied trekken en er paaien en opgroeien. In het begin van de zomer wordt het waterpeil verlaagd, waardoor de jonge snoeken in de Binnenschelde terecht komen. In 1997 heeft het gebied voor het eerst gefunctioneerd.

Naast het paai- en opgroeigebied is tevens een zogenaamd najaarsrefugium voor snoek aangelegd (Witteveen+Bos, 1994). Dit gebied van ± 7 ha staat in open verbinding met de Binnenschelde en heeft een maximale randlengte, waarbij de oevers uit riet- en andere emergente vegetatie bestaat. Dit gebied is in 1996 in gebruik genomen.

Naast bovenstaande inrichtingsmaatregelen zijn er in het kader van het BOVAR project proeven met snoek uitgevoerd in een rietveld bij Elburg (Witteveen+Bos, 1993). Deze hadden tot doel de productie van eenzomerige snoek in rietvelden te bestuderen.

2.7.2. Evaluatie

Van alle genomen inrichtingsmaatregelen zijn tot op heden de volgende geëvalueerd:
- het paai- en opgroeigebied voor snoek in het Volkerak-Zoommeer
- het paai- en opgroeigebied voor snoek in de Binnenschelde
- het rietveld bij Elburg

Het paaigebied in het Duinigermeer zal waarschijnlijk in 1999 geëvalueerd worden. Of, en zo ja, wanneer, de gebieden in de Waaij en de Tusken Sleatten geëvalueerd worden is onduidelijk.

Volkerak-Zoommeer (Witteveen+Bos, 1996)
De ontwikkeling van de emergente vegetatie in het gebied was zeer slecht. Hevige vraat door overwinterende ganzen was een belangrijke oorzaak. Daarnaast kan een gebrek aan waterstandsfluctuaties een rol spelen. Het resultaat was, dat er nauwelijks voor vissen beschikbare emergenten waren, met als gevolg een geringe overleving van uitgezette snoekjes.

Binnenschelde (Witteveen+Bos, in prep.)
In het voorjaar van 1997 zijn er circa 120 paairijpe snoeken uitgezet. Deze produceerden circa 40.000 nakomelingen (ruim 4000 stuks per hectare effectief snoekhabitat). Hiervan zijn er bij het aflaten van het gebied uiteindelijk 20.000 in de Binnenschelde terecht gekomen.

Rietveld bij Elburg (Semmekrot & Grimm, 1993)
In het rietveld zijn circa 100.000 snoekjes van 2-3 cm uitgezet. Bij het aflaten zijn er circa 10.000 snoekjes van 8 tot 25 cm (meestal 8-15 cm) per hectare effectief snoekhabitat in het Drontermeer gelaten.

conclusies
- Vergroting van de hoeveelheid emergente vegetatie is cruciaal voor een substantiële vergroting van de snoekstand; uitzettingen hebben weinig zin, tenzij deze eventueel jaarlijks herhaald worden.
- Per hectare geschikt snoekhabitat kunnen tot circa 10.000 snoekjes geproduceerd worden (zie ook Grimm & Klinge, 1996).
- Inrichtingsmaatregelen dienen aan specifieke eisen te voldoen, willen ze bijdragen aan een vergroting van de snoekstand.

3. EVALUATIE VAN DE ONTWIKKELINGEN NA DE MAATREGELEN

3.1. Inleiding

Het principe van wegvangen van vis om helder water te verkrijgen berust op verschillende theorieën:

- Verregaande verwijdering van planktivore vissen zorgt voor verminderde vraat op zoöplankton (grotere Daphniden). Hierdoor neemt de graas op algen toe en vermindert ook het gehalte aan dood zwevende stof door pellettering daarvan na passage van het darmkanaal van zoöplankton.
- Verregaande verwijdering van benthivore vissen dringt opwoeling van de bodem terug. Daardoor neemt de resuspensie af en vermindert het gehalte aan zwevende stof. Ook verbetert het vestigings- en kiemingsklimaat voor planten. Verder komen hierdoor minder nutriënten vrij uit het bodemmateriaal. Toename van zichtdiepte en afname van totaal fosfaat zijn dan de afleesbare veranderingen.
- Door toename van de zichtdiepte kiemen waterplanten, welke in de meeste gevallen het overgrote deel van het water kunnen begroeien. Waterplanten als waterpest en kranswieren nemen daarbij nutriënten op terwijl smalbladige fonteinkruiden en aarvederkruid juist nutriënten afgeven. Andere soorten/groepen liggen vaak tussen deze uitersten in.
- Tussen de waterplanten vinden 500-1500 snoekjes per ha een woonplaats. Zij zijn in staat om de recrutering van jonge vissen zo terug te dringen dat een evenwichtig opgebouwde visstand ontstaat. Deze heeft een minimum aan beheer nodig.
- De overgroeiing door waterplanten verhindert de terugkeer van brasempopulaties. Daardoor kunnen wateren die behandeld zijn na verloop van tijd weer opengesteld worden.

De resultaten van de ABB-maatregelen zullen met betrekking tot de veronderstelde gang van zaken bekeken worden. Hierbij leggen we ons wel enkele beperkingen op:

- Er wordt alleen naar die wateren gekeken waarin op basis van de uitdunning ook effecten verwacht mogen worden. Het Volkerak-Zoommeer wordt in deze ook meegenomen. Dit moet niet opgevat worden als een ABB-case, maar wel als een referentiewater waaraan kan afgelezen worden hoe een groot zoet ecosysteem met een zeer lage biomassa aan vis zich manifesteert en ontwikkelt.
- Zoals vermeld in hoofdstuk 1 ligt de nadruk op die projecten waarbij medewerkers van Witteveen+Bos actief betrokken zijn geweest. Projecten waarbij geen betrokkenheid bestond worden in de evaluatie meegenomen voor zover hierover informatie in rapporten beschikbaar was en zover op basis hiervan een oordeel gevormd kon worden.

Een zuivere vergelijking kan alleen plaats vinden met behulp de gegevens van wateren waar geen additionele ingrepen plaatsvonden. Dit zijn de Binnenschelde, het Duinigermeer, het Noorddiep, het Galgje, Zwemlust en het compartiment in het Zuidlaardermeer. De effecten in andere wateren moeten mede beoordeeld worden in het licht van aanvullende maatregelen. Reductie van het nutriëntgehalte vond plaats door een gewijzigd inlaatbeleid in het Volkerak-Zoommeer, het Wolderwijd-Nuldernauw en de IJzeren Man. Verwijdering van bagger vond plaats in de Boschkreek, 40 Med, de Tusken Sleatten, de Hollands Ankeveense Plas en Fortgracht Edam. Daardoor kunnen bijvoorbeeld reductie van zwevend stof en toename van ijzerrijke kwel tot een reductie van nutriëntgehalten en tot een verbetering van het doorzicht hebben geleid, welke niet alleen aan ABB-maatregelen (waarvan een reductie van de visstand een vast onderdeel hoort te zijn) mogen worden toegeschreven. De verschijnselen en waarnemingen in de overige wateren zullen hier kritisch - in visbiologische en visserijkundige zin - besproken worden.

3.2. Discussie per water

In deze paragraaf wordt per water een korte discussie gevoerd. In de lijn van het gestelde in de vorige paragraaf beperken we ons hierbij tot de volgende wateren:

- de Binnenschelde;
- het Wolderwijd-Nuldernauw;
- het compartiment in het Zuidlaardermeer;

- het Duinigermeer;
- het Izakswiid;
- Zwemlust;
- het Volkerak-Zoommeer;
- de Breukeleveense Plas;
- de Waaij;
- overige wateren (Noorddiep, Bleiswijk, Klein Vogelenzang, Hollands Ankeveen).

3.2.1. Binnenschelde

In de Binnenschelde is alleen de stekelbaarspopulatie uitgedund. Door het wegvangen van de stekelbaarsjes kon de aasgarnaal (*Neomysis sp.*) opkomen en daarmee het zoöplankton onderdrukken. Het water werd, ondanks de vrij lage visbiomassa, vrij laat helder. Pas toen in de loop van 1990 *Neomysis sp.* wegviel kwamen grote *Daphnia*'s op en werd het in het najaar helder. Parallel hieraan trad een scherpe daling van tP op, van circa 0,3 tot 0,1 mg/l, waarschijnlijk door verhoogde sedimentatie ten gevolge van de *Daphnia*'s. Vanaf 1991 raakte de Binnenschelde overgroeid met Schedefonteinkruid, een vegetatie die tot laat in de herfst aanbleef. Resten van deze vegetatie, dikke matten losgeslagen planten, waren gedurende de winter aanwezig en fungeerden als paaisubstraat voor snoek in het voorjaar. Later werden naast schedefonteinkruid ook kranswieren dominant.

Om nog onbekende redenen heeft er vanaf 1990 geen recrutering van de visstand van enige betekenis plaatsgevonden. Dit is tot op heden nog steeds het geval, maar desalniettemin ontwikkelt de Binnenschelde zich in de richting van een troebel systeem. Dit wordt verrassend genoeg echter niet door vissen veroorzaakt, maar zeer waarschijnlijk door de waterplanten. De laatste jaren is aarvederkruid sterk toegenomen. Deze plant overwoekerd en overschaduwd andere planten. Bij het verdwijnen van andere planten ontstaat P-nalevering uit de kleiige bodem. Door onbekende oorzaken trad hierbij geen duidelijke respons op van het zoöplankton op. Daardoor kwamen er meer algen op en werd het doorzicht minder. Dit alles gebeurde bij een (zeer lage) visbiomassa van 20 tot 30 kg/ha!

3.2.2. Wolderwijd-Nuldernauw

Na de uitdunning in de winter van 1990/1991 duurt het tot mei voordat *Daphnia*'s opkomen in het Wolderwijd-Nuldernauw. Dit is op zichzelf vrij laat, ook voor een groot water. In vergelijking met het Volkerak-Zoommeer (3.2.7) liep het Wolderwijd-Nuldernauw daarmee ecologisch gezien een maand achter. Predatie door vissen op de overwinterende watervlooien is mogelijk een belangrijke oorzaak van verschil tussen deze wateren. Hierbij moet met name gedacht worden aan het omvangrijke bestand aan pos, een benthivore vis die in de periode maart/april meer dan andere benthivore vissen actief is.

De piek van de zoöplanktonbloei ging gepaard met bodemzicht. Uitputting van de voedselvoorraad voor zoöplankton deed deze situatie echter binnen 2 weken verdwijnen. De instorting van de *Daphnia*-populatie viel samen met de opkomst van aasgarnalen en planktivore witvissen. De vegetatie kwam niet merkbaar op na de tijdelijke toename in helderheid. De nutriëntenconcentratie bleef daardoor op het oude niveau, ondanks een nutriëntreductie ten gevolge van doorspoeling die mogelijk enigszins versterkt werd door pellettering van zwevende stof door *Daphnia*'s. Het gevolg was dat de algenbiomassa toenam, waardoor de zichtdiepte uiteindelijk slechts zo'n 40 cm werd.

In de jaren volgend op de eerste grote reductie van de visstand (in 1990/1991) groeide de visstand aan. Gezien het P-gehalte (0,08 mg P) was het dragend vermogen van het randmeer rond 100-120 kg/ha. De visbiomassa was navenant aangegroeid, deels door recrutering, deels door intrek vanuit het Gooi- en Eemmeer. In de twee voorjaren volgend op de grote reductie vonden aanvullende verwijderingen van vis plaats. In alle jaren waren de fondsen en de beschikbare tijd echter onvoldoende om de visstand voldoende laag te houden. Met name de planktivore bestanden werden onvoldoende gereduceerd. Dit was af te lezen aan de zoöplanktonbloei: de pieken in aantallen waren lager dan in het eerste jaar na de uitdunning. De perioden waarin er van grotere zichtdiepte sprake was waren zeer kort.

In het meer was wel sprake van een permanente bevissing (in de zomer en de winter) en verwijdering van **benthivore** brasem. Dit resulteerde in een blijvend verlaagde visstand. Dit betrof echter vooral vissen die uit naburig water introkken: deze immigratie bleek tientallen tonnen vis te vertegenwoordigen. In deze jaren viel een gestage uitbreiding van de kranswierenvegetatie waar te nemen. Deze toename van waterplanten, die op grond van vijverproeven in het Wolderwijd al het eerste seizoen werd voorspeld, ontstond pas na 5-6 jaar.

Kolonisatie van de ondiepe arealen door kranswieren in combinatie met een daling van het nutriëntgehalten hebben de zichtdiepte van het meer in 1996 en 1997 aanmerkelijk doen toenemen. Met name boven de kranswieren is het water opvallend helder in het groeiseizoen. De visbiomassa is met 70 tot 100 kg/ha het maximum wat in een dergelijk water aanwezig kan zijn. Momenteel is de samenstelling van de visstand ook aan het veranderen: brasem neemt gestaag af terwijl blankvoorn toeneemt en in 1997 voor het eerst de dominante soort is geworden. In de kranswieren zijn veel kleine modderkruipers aanwezig.

3.2.3. Het compartiment in het Zuidlaardermeer

Na de uitdunning van de visstand in het voorjaar van 1996 werd het water in het compartiment helder en dit bleef het gehele seizoen zo. In reactie op de uitdunning nam tevens het tP-gehalte sterk af, van meer dan 0,2 mg/l tot circa 0,07 mg/l, waarschijnlijk als gevolg van sedimentatie. Parallel hieraan is een opmerkelijke daling van de productiviteit van het water opgetreden: in het compartiment is thans minder zoöplankton en macrofauna aanwezig dan in de rest van het meer, ondanks het vrijwel wegvallen van de predatiedruk door de visstand.

In zowel 1996 als 1997 treedt geen recrutering van enige betekenis op in de visstand. In 1997 ontstaat een sterke bloei van de oneetbare alg *Aphanizomenon sp.* Desondanks breiden de waterplanten zich geleidelijk uit, hoewel de bedekking na 2 jaar nog gering is (minder dan 5%).

3.2.4. Duinigermeer

Het Duinigermeer wordt in het voorjaar van 1993, na de uitdunning, zeer helder. Zowel watervlooien als een verminderde bioturbatie lijken hierbij een rol te spelen. Binnen 6 weken raakt het water voor meer dan 50% met kranswieren begroeid. In het najaar neemt de helderheid af door een algenbloei.

In het voorjaar van 1994 treedt intrek van paairijpe brasem op door een defect aan de viswering. Dit jaar ontwikkelen de kranswieren zich slecht, het water blijft troebel en er treedt een sterke recrutering van brasem en blankvoorn op. In de winter wordt het meer met een zegen (weer) afgevist. Vanaf 1995 is het water vervolgens helder gebleven en hebben de waterplanten vrijwel het gehele water overgroeid. De vegetatie lijkt de sliblaag, die voor het ABB een sterke invloed op de lichtklimaat uitoefende, te stabiliseren en te verstevigen. Windwerking lijkt daardoor niet langer een dominante ecologische factor te zijn, terwijl dat in de jaren voordat ABB werd toegepast (toen er nog veel makkelijk opwervelbaar slib was) wel het geval was.

Sinds 1995 zijn geen gegevens meer bekend van de visstand in het Duinigermeer. Waarschijnlijk wordt in 1998 weer een visstandsopname gedaan.

3.2.5. Izakswiid

De respons op de visverwijdering van het Izakswiid was aanvankelijk goed. Het water werd helder (bodemzicht), met veel *Daphnia*'s. Kleine planktivore vissen (0-15 cm) waren echter niet uitgedund. De intrek van kleine blankvoorn vanuit aanliggende petgatencomplexen zorgde eind mei voor een snelle afname van de *Daphnia*'s, waarna het water troebel werd. Omdat deze vissen niet meer verwijderd zijn heeft het Izakswiid zich sindsdien niet meer hersteld.

3.2.6. Zwemlust

In het eerste jaar na de verwijdering van de visstand werd het water snel helder, met veel *Daphnia*'s. Deze zoöplanktonbloei bleef in stand vanaf april tot eind mei. Ten gevolge van voedselgebrek stortte de *Daphnia*-populatie in. De voedselschaarste was duidelijk te zien bij de *Daphnia*'s, die massaal wintereieren aanmaakten. Het wateroppervlak van Zwemlust werd bedekt door een bruine korst van wintereieren. In tegenstelling tot andere wateren bleef de algenbiomassa laag. Na ineenstorting van de zoöplanktonbloei kwamen algen op, maar die konden door aangroei van het zoöplankton weer onderdrukt worden. In tegenstelling tot andere wateren vond er geen recrutering van planktivore vissen plaats.

Het tweede jaar nam de vegetatie explosief toe, van 4% areaalbedekking in mei/juni tot 40% in juli. Dominant was smalbladige waterpest. Dit ging gepaard met een dusdanige afname van stikstof, dat de algengroei werd onderdrukt (Otte *et al.,* 1996; Ozimek *et al.,* 1990). Planktivore vis (met name ruisvoorn) rekruteerde massaal tijdens twee geboortepieken. Predatie van watervlooien door deze vissen speelde echter geen rol van betekenis: de algen werden immers via de stikstofkringloop gelimiteerd door de waterplanten. De kleinste ruisvoorns (tot 3-4 cm) overleefden de winter niet, maar grotere exemplaren (>5-6 cm) wel. Deze laatste realiseerden samen met navolgende broedjaren de aanwas van de biomassa.

Zwemlust, als water met deels een zandbodem, heeft een voedselweb waarbinnen een visbiomassa leeft die door de nutriënten in de waterkolom wordt bepaald. Zwemlust kent een zeer hoog P gehalte (0,8-1,2 mg P/l), maar een relatief laag N gehalte (3 mg N/l voor ABB, 1,5-1,7 mg N/l 7 jaar na ABB). In dit N gelimiteerde water komt maar 0,15-0,4 mg P/l ten goede aan primaire productie (N:P = 10:1). Dit draagt een visbiomassa van 225-450 kg/ha (Hanson & Leggett, 1982). Zwemlust, als water met deels een bodem van kleiig slib (30-40%), heeft ook een benthisch voedselweb dat een visbiomassa van 600 kg/ha kan onderhouden. Het theoretisch dragend vermogen van Zwemlust is derhalve (225-450) + (0,3-0,4 x 600) = 400 - 700 kg/ha.

Voor de ingreep werd 800 kg vis/ha aangetroffen. De biomassa na de reductie en na overgroeiing van de bodem met waterplanten varieerde tussen de 300 en 400 kg/ha. Verdisconteren we de beperkte soortsamenstelling van de visstand in Zwemlust en de daardoor onbezette voedselniches (bijvoorbeeld voor zeelt, blankvoorn, baars) dan mag geconcludeerd worden dat de visbiomassa in het 4^{e} jaar het maximum dragend vermogen had bereikt. De reductie ten opzichte van de uitgangssituatie komt voor rekening van de waterplanten en hun invloed op de beschikbare N- en P-pool.

De visbiomassa beïnvloedt de waterkwaliteit kennelijk niet op een directe manier. De helderheid wordt gestuurd door de waterplanten. Er is wel sprake van een indirecte beïnvloeding door vis, namelijk door de vraat van waterplanten. Waterplanten bleven alleen gezond als zij waren beschermd tegen vraat van vogels en vissen in onderwaterkooien.Vissen en vogels, mogelijk samen met virussen of andere ziekteverwekkers verzwakken de vegetaties en doen deze verdwijnen.

3.2.7. Volkerak-Zoommeer

Het Volkerak-Zoommeer is eind jaren '80 een groot en leeg zoetwaterecosysteem. Er zwemmen nog restanten van een zoutwatervissenbestand rond, zoals haringen en botten. Er zijn nog nauwelijks zoetwatervissen aanwezig. De intrek van vissen is ongehinderd en kan vanuit het Hollands Diep, de Mark-Dintel en de Steenbergse Vliet plaatsvinden. Opmerkelijk genoeg trekken met name larven van snoekbaars en baars binnen. Overige vissen laten zich niet verlokken het zeer voedselrijke water (wolken zeer grote *Daphnia*'s verduisteren de waterkolom) binnen te trekken. Dat zal pas in 1992/1993 gebeuren. Het Volkerak-Zoommeer is in deze jaren daardoor vooral een illustratie van wat een eutroof water waarin de visstand permanent op een laag niveau wordt gehouden kan zijn.

Door waterhuishoudkundige maatregelen wordt het nutriëntgehalte beneden de 0,1 mg P/l gebracht. Het water kent ieder jaar vanaf april/mei een zoöplanktonbloei. Zichtdieptes van 3-4 meter treden dan op. Na de eerste bloei neemt de dichtheid van watervlooien af. Door de vorming van niet te prederen blauwalgen, *Microcystis sp.*, neemt het doorzicht af. In het najaar treedt een tweede bloei op en neemt het doorzicht weer toe.

Door de recrutering van baars en snoekbaarslarven is het roofvisbestand ca. 40 kg/ha en voor baarsachtigen van een maximaal niveau. In het heldere water komen de uitgezette waterplanten goed tot ontkieming, in eerste instantie vooral op een met een zuiger gecreëerde geaccidenteerde bodem (onderwatersloten). Er komt echter geen met waterplanten geassocieerde snoekpopulatie tot ontwikkeling.

In 1992 treedt voor het eerst een sterke recrutering van cypriniden op, mogelijk nog versterkt door intrek van jonge vis uit de Mark-Dintel. Deze recrutering werd niet gecompenseerd door predatie van roofvis, mede ook doordat de roofvisstand door stroperij was gehalveerd. Door deze recrutering nam de visbiomassa met een sprong toe. Halverwege 1992, als de biomassa is aangegroeid tot ca 100 kg/ha, is er sprake van een teloorgang van het ecosysteem. De najaarsbloei en de toename in doorzicht blijven uit. Het water keert wat dat betreft niet meer terug naar de grote helderheid en het lage fytoplanktongehalte zoals voor 1992 het geval was.
De aanwas in biomassa heeft tot gevolg gehad dat het water achteruit ging op alle fronten: minder doorzicht, meer blauwalgen en overlast van drijflagen dode blauwwieren; achteruitgang van onderwatervegetaties. Thans is de visstand vrijwel op het niveau dat bij een tP-gehalte van 0,12 mg/l behoort en deze wordt gedomineerd door brasem.

3.2.8. Breukeleveense Plas

De afwezigheid van iedere vorm van respons op de ABB-maatregelen in de Breukeleveense Plas is het signaleren waard. Een tijdelijke verbetering van de zichtdiepte, hoe kort van duur dan ook, lag zeker in de lijn van de verwachting. Zoals later onderzoek aantoonde zijn in deze plas de visstand en de labiele veenbagger - die bij windkracht 3-4 al gemakkelijk resuspendeert - even sterke conditionerende factoren. De Breukeleveense Plas is daarmee een proefobject dat heeft aangetoond dat veenplassen met loopbagger een aparte status kunnen hebben.

3.2.9. Waaij

De Waaij is een uitzonderlijk water onder de ABB wateren. Het water is wat nutriënthuishouding betreft afhankelijk van de hydrologische condities van de regio. Hierdoor fluctueert het tP-gehalte van minder dan 0,03 tot meer dan 0,2 mg/l.

Na de uitdunning van de visstand wordt het water zeer helder (zichtdiepte tot meer dan 3 meter). In dit jaar treedt echter een sterke recrutering van brasem op. Parallel aan hoge tP-gehaltes bereiken deze in het najaar een biomassa van meer dan 100 kg/ha. Vrijwel geen van deze vissen overleeft evenwel tot het volgende voorjaar. Waarschijnlijk is de sterfte veroorzaakt door een te geringe lengte (± 4 cm) en conditie (beneden de norm) als gevolg van afnemende voedselbeschikbaarheid veroorzaakt door dalende nutriëntengehaltes in het groeiseizoen (van circa 0,2 naar minder dan 0,05 mgP/l),
In het volgende jaar ontwikkelt de Waaij zich zeer positief, met een gevarieerde vegetatie en visstand. Een jaar later lijkt de gehele visstand vrijwel verdwenen uit De Waaij. Incidenteel worden zeer lage zuurstofgehaltes waargenomen. Of dit de verklaring voor de vissterfte is blijft vooralsnog onduidelijk.

3.2.10. Overige wateren

Noorddiep

In het Noorddiep konden waterplanten het water zonder veel moeite koloniseren omdat er al een goede zaadbank aanwezig was. De voedselrijke kleibodem vergemakkelijkte hierbij een snelle opkomst van ondergedoken waterplanten. In het Noorddiep was al voor de uitdunning een goede snoekstand aanwezig (45 kg/ha).

Deze vis kan echter niet een al te sterke regulerende werking hebben op de visstand: de totale biomassa ligt al jaren redelijk stabiel rond 400 kg/ha! Desondanks is het water redelijk helder gebleven na ABB, ondanks de grote hoeveelheden benthivore vis (karper). Mogelijk heeft de aalscholver wel een regulerende werking op de visstand. Door intensieve predatie door deze vogels is de klasse vissen tussen 15 en 25 cm vrijwel geheel uit de visstand verdwenen.

Klein Vogelenzang
In Klein Vogelenzang werd de eerste maanden na de uitdunning geen effect waargenomen. Een goede mogelijke verklaring is dat in deze plas alleen de vis was verwijderd die het hele jaar door in de plas rond zwom. De vissen die echter traditiegetrouw in september het water verlieten keerden daar in mei weer terug en onderdrukten de grotere watervlooien die daar minimaal aanwezig waren. Toen deze vissen in september weer naar hun overwinteringsgebieden terugkeerden reageerde het water: in oktober werd het helder.

Hollands Ankeveense Plas
Net als in het Izakswiid trad in de Hollands Ankeveense Plas in het voorjaar een sterke immigratie op van kleine blankvoorn, welke zich gedurende de uitdunning verborgen had gehouden in het uitgestrekte aanliggende slotenareaal. Hierdoor vertroebelde het water. Nu dit fenomeen ook in hier onderkend wordt en deze vissen gericht uitgedund worden op hun overwinteringsplaatsen, gaat het met de Hollands Ankeveense Plas de goede kant op.

Bleiswijk
In het **Galgje** zorgde een zoöplanktonbloei na de uitdunning vrijwel direct voor bodemzicht. Dit had tot gevolg dat, in dit van oorsprong plantenrijke water waar door het uitzetten van veel karper en veel brasem de vegetatie was onderdrukt, onmiddellijk kranswieren opkwamen. Deze gunstige ontwikkeling werd echter tegengegaan door de inlaat van Rottewater, water met een hoog nutriëntgehalte en een hoge organische belasting. Daardoor verdwenen de kranswieren en kwamen in de loop van de zomer schedefontuinkruidvelden tot ontwikkeling.

In dit luwe water met veel paaisubstraat waren de omstandigheden voor recrutering van witvissen gunstig. Omdat onderwaterplanten de bodem niet overgroeiden bleef de productiecapaciteit voor vissen ongewijzigd. Voor een "kleiwater" als het Galgje betekent dat een brutoproductie van (0,8 x 600 kg/ha) 480 kg planktivore vis. Dat vertaalt zich in een netto productie van 160 kg 0-10 cm vis/ha of van ca. 300 kg 10-15 cm vis/ha. In het Galgje, waar bijna geen meerzomerige planktivore vis aanwezig was, werd een productie gerealiseerd die het maximum voor eenzomerige vis benaderde, namelijk 130 kg/ha. De watervlooien werden in de zomer dan ook onderdrukt door vis en het water werd troebeler. De waterplanten verdwenen in augustus. Einde 1987 vond in het Galgje een aanvullende reductie van de visstand plaats.

In het **Zeeltje** was de productie van eenzomerige vis lager omdat daar een substantieel deel van de planktivore productie door meerzomerige vis werd gerealiseerd.

3.3. Discussie per thema
3.3.1. Trends in de biomassa van de visstand
Totale visbiomassa
In figuur 3.26 is van een aantal wateren het verloop van de totale visbiomassa na de uitdunning weergegeven. Voor de overige wateren wordt verwezen naar Meijer & De Boois, 1997 (rapport met info per project). In de meeste wateren vindt na de uitdunning aanvankelijk een snelle toename van de visbiomassa plaats. In veel wateren (Bleiswijkse Zoom, Klein Vogelenzang, Noorddiep, Wolderwijd/Nuldernauw, Zwemlust) lijkt de visbiomassa zich op een lager niveau dan de oorspronkelijke biomassa te stabiliseren. Deze afname weerspiegelt de veranderingen die in het water hebben plaatsgevonden, soms als gevolg van andere maatregelen dan uitdunnen van de visstand.

De visbiomassa in een water is allereerst een afgeleide van de hoeveelheid voedsel die in een water geproduceerd wordt. Vissen gebruiken veel voedselbronnen:
- detritus van algen (bijvoorbeeld kleine zeelt, blankvoorn, brasem);
- waterplanten (blankvoorn, winde, ruisvoorn, graskarper);
- watervlooien (alle planktivore, herbivore en benthivore vissen);
- macrobenthos (alle vissen voorzover zij dat in competitie met andere vissoorten kunnen bemachtigen);
- larvale en kleine vissen (alle vissen voorzover de competitie dat toelaat, in ieder geval alle piscivore vissen);
- elders geproduceerd organisch materiaal (denk aan organische lozingen e.d.).

Voedingszouten worden door pelagische algen, bodemalgen en waterplanten in benutbaar voedsel omgezet. Ook spelen bacteriën een rol in sommige wateren, met name in kleibodems. De complexe interacties via het voedselweb vertalen zich in een eenvoudige relatie, die door zijn simpelheid nog al eens verwondering oproept. De visbiomassa blijkt gerelateerd aan het tP-gehalte in een water, zoals dat af te lezen is aan het gehalte dat in de waterkolom wordt gemeten. In vrijwel alle onderzochte gevallen lijkt al het tP in de waterkolom beschikbaar te zijn voor productie. Wateren met een kleibodem zijn een uitzondering op deze regel. In deze wateren is het fosfaatgehalte in de waterkolom geen afspiegeling van de benutbare bron aan voedingszouten. Kleiwateren, ook die met lage concentraties tP in de waterfase, herbergen als regel voedsel voor 600-800 kg vis/ha (zie bijlage II).

Geconstateerd is (zie hierboven) dat de visstand in alle wateren waar ABB is toegepast zich vrij snel door natuurlijke aangroei naar een "natuurlijke" biomassa ontwikkelde. In bijna alle onderzochte gevallen waar vis actief is verwijderd ligt deze waarde echter **nog steeds lager** dan de beginbiomassa. Kennelijk zijn er in de nieuwe situatie, waarin het voedselweb sterke veranderingen heeft ondergaan, minder nutriënten beschikbaar. Soms lijkt dit simpelweg terug te voeren op een verlaagde externe nutriëntenbelasting. Dit is bijvoorbeeld te zien in de Hollands Ankeveense Plas en het Nannewijd. In een aantal gevallen lijken 'interne factoren' toch ook een rol te spelen. Zo heeft de sterke daling van tP in het compartiment in het Zuidlaardermeer niets met de externe belasting te maken; deze is gelijk aan die van het meer. Ook in de Veluwerandmeren lijkt de sterke daling van tP de laatste jaren vooral gekoppeld aan een intern proces. De volgende factoren komen hiervoor in aanmerking:
- verhoogde sedimentatie door verminderde bioturbatie en/of door de aanwezigheid van waterplanten en/of driehoeksmosselen;
- opslag van P en N in waterplanten;
- opslag van P en N in driehoeksmosselen.

Naast het gevolg van een **verminderde beschikbaarheid van voedsel** lijkt de lagere visbiomassa in sommige gevallen ook terug te voeren op de veranderde samenstelling van de visstand, waardoor de beschikbare hoeveelheid voedsel **minder efficiënt benut wordt**. In het geval van Zwemlust is dit erg waarschijnlijk (zie hoofdstuk 3). Ook in die gevallen waarin karper verwijderd is speelt dit een rol. Karper is een vis welke veel dieper dan andere vissen in de bodem kan wroeten, waardoor deze vissen een aparte voedselniche benutten. Afwezigheid van karper resulteert in een maximum visbiomassa die naar schatting 30 tot 40% lager ligt.

Biomassa visbroed

In een bijlage van het hoofdrapport (Meijer & De Boois, 1997) staat het verloop van de hoeveelheid visbroed per hectare over de jaren vermeld. Hieruit blijkt dat na de uitdunning alleen in Zwemlust en de Bleiswijkse Zoom, en incidenteel in De Waaij hoge broedbiomassa's voorkomen. Ook in de Sondelerleien (hoewel niet opgenomen in de bijlage) kwam na de uitdunning een zeer hoge broedbiomassa voor (150 kg/ha). In het Galgje nam de broedbiomassa na de uitdunning sterk toe, terwijl in het referentiewater Zeeltje nog steeds een lage broedbiomassa aanwezig was. In de meeste andere wateren blijft de broedbiomassa na de uitdunning relatief laag, ondanks de lage dichtheden snoek en piscivore baars.

De sterke verschillen tussen de wateren worden geacht voornamelijk veroorzaakt te worden door de volgende factoren:
1) De grootte van het desbetreffende water;
2) De bodemsamenstelling.

ad 1)
In kleine en beschutte wateren is in principe altijd een goede paai en recrutering mogelijk, terwijl deze in grote wateren veel sterker afhankelijk is van de temperatuur. In de Randmeren werden bijvoorbeeld in de periode 1987-1992 geen goede jaarklassen gevormd, terwijl dit in diverse kleine wateren (die veel sneller opwarmen) wel het geval was.

ad 2)
- In wateren met een kleiige bodem is de zeer productieve bodem na uitdunning geheel beschikbaar voor visbroed.
- In wateren met een zand- en/of veenbodem is de productie van de planktivore visstand kleiner dan 15 cm gekoppeld aan de hoeveelheid biologisch beschikbare nutriënten in de waterfase. Veel een- en tweezomerige vissen betekent weinig ruimte voor broed. Ook betekent een daling van het nutriëntengehalte een daling van de productieruimte en derhalve van de potentiële broedbiomassa (zie bijlage I).

Bovenstaande factoren kunnen de waargenomen verschillen tussen wateren goed verklaren. Neem bijvoorbeeld het Galgje en het Zeeltje: het Galgje was klein en een kleiwater, dus hier werd veel broed geproduceerd. In het Zeeltje was echter nog andere vis aanwezig (onder andere veel vis van 6-15 cm), dus hier was veel minder ruimte voor visbroed dan in het Galgje. Verder is de Sondelerleien een kleiwater, en Zwemlust is een klein water met een bodem die deels uit klei bestaat. De Waaij neemt daarnaast weer een aparte positie in: in dit water was sprake van sterk wisselende nutriëntengehaltes, en derhalve ook een sterk wisselende productiecapaciteit.

3.3.2. Trends in de soortensamenstelling van de visstand
In de meeste wateren blijft de visstand gedomineerd door brasem. In nog geen enkel water is een stabiel snoek-zeelt type visgemeenschap, met een dominantie van limnofiele vissoorten, aangetroffen. Verschillende oorzaken kunnen hieraan ten grondslag liggen:
1. Er is nog te weinig submerse vegetatie aanwezig;
2. Er is te weinig emergente vegetatie aanwezig;
3. De tijd die is verstreken na het toepassen van ABB is nog te kort geweest voor de ontwikkeling van een plantenminnende (limnofiele) visgemeenschap.

1. Submerse vegetatie is bij uitstek een geschikt habitat voor plantenminnende vissoorten: wanneer deze onvoldoende aanwezig zijn, is de kans op een dergelijke visgemeenschap uiteraard vrij klein. In veel wateren komen ondergedoken waterplanten wel op na ABB, maar vaak verdwijnen deze weer na verloop van tijd (zie bijvoorbeeld Galgje): mogelijk speelt een (te) hoog nutriëntengehalte of vraat door vissen of vogels hierbij een rol. In het Wolderwijd/Nuldernauw is na ABB het nutriëntengehalte langzaam aan het dalen. Er komen nu kranswieren op, en ook de visstand lijkt hierop te reageren;

2. Naast ondergedoken waterplanten zijn plantenminnende vissoorten (snoek, zeelt, ruisvoorn) voor de voortplanting (en mogelijk ook voor andere onderdelen van de levenscyclus) afhankelijk van oeverplanten (snoek en zeelt zijn bijvoorbeeld sterk afhankelijk van emergente vegetatie). Wat gold voor ondergedoken vegetatie, geldt nog sterker voor de emergente vegetatie: deze is vaak bij lange na niet voldoende aanwezig om een substantiële invloed op de samenstelling van de totale visgemeenschap uit te oefenen. Vaak is er sprake van resten van emergente vegetatie met een geringe areaalbedekking (<1%). Slechts in enkele gevallen is er sprake van voldoende bedekking met emergenten. Opvallend is ook, dat deze planten door veel waterbeheerders simpelweg niet vermeld worden in de bestandopnames van waterplanten: waarschijnlijk wordt in veel gevallen het belang van de emergenten onderschat;

3. Vaak is er na een maatregel niet van het ene op het andere moment een nieuwe ecosysteemstructuur ontstaan. Hier kunnen soms jaren overheen gaan. Het lijkt er bijvoorbeeld op, dat zich in het Wolderwijd-Nuldernauw momenteel een plantenminnende visgemeenschap aan het ontwikkelen is, terwijl in de eerste jaren na de uitdunning nog pioniersoorten domineerden.

3.3.3. Invloed van roofvis

In geen van de wateren is er sprake geweest van een merkbare invloed van roofvissen op de regulering van de visbiomassa. Voor een aantal wateren is dat, gezien de productiecapaciteit voor vis en de begrensde mogelijkheden voor roofvis (Grimm *et al.*, 1992; Klinge *et al.*, 1995) achteraf makkelijk te begrijpen. In alle wateren die een productiecapaciteit hebben die equivalent is aan wateren met een P gehalte van 0,10 of meer (dus in alle wateren met een kleibodem en in de meeste wateren waar ABB is toegepast uitgezonderd het Duinigermeer, het Zuidlaardermeer, de Breukeleveense Plas, en in latere jaren het Wolderwijd-Nuldernauw) is dat immers zo. Ook al waren in deze wateren na de ABB maatregelen maximale roofvisbiomassa's aanwezig geweest, dan nog hadden deze geen merkbare invloed gehad op de omvang en biomassa van de visstand. Er kan echter ook vastgesteld worden dat de voorspelde roofvisbiomassa's niet zijn aangetroffen.

Bij aanvang van ABB werd de verdichting van roofvispopulaties tot 75-150 kg/ha een vrij simpele zaak geacht. Waterplanten, helder water en omvangrijke snoekpopulaties werden als een natuurlijke associatie verondersteld. Proefvijverexperimenten onderstreepten dat: wanneer tussen onderwaterplanten veel jonge snoeken worden aangebracht, worden populaties van 50-100 kg eenzomerige snoek per ha geproduceerd (proeven in de proefvijvers in het Wolderwijd). In de praktijk van het natuurlijke water bleek het echter niet zo simpel te zijn. Pas geboren snoekjes hebben niet alleen waterplanten nodig; zij hebben ook behoefte aan warmer water met veel watervlooien en muggenlarven. Dit zijn omstandigheden die in geïnundeerde vloedvlaktes volop aanwezig zijn. In onze huidige meren, met een constant of tegennatuurlijk waterstandsverloop is dat doorgaans alleen nog te vinden in de (inmiddels zeer geringe) oeverzones waar emergente planten staan, waartussen zich water bevindt dat afgeschermd is van het koudere meer- en plassenwater.
Het bleek dan ook dat het aantal kleine snoekjes dat in de ABB-wateren werd gerecruteerd direct bepaald werd door het percentage van het water dat door een dergelijke luwe oever werd beslagen. In Zwemlust bijvoorbeeld, met 6% van het water als oeverareaal, werden in het eerste ABB jaar circa 300 eerstejaars snoekjes groot. Het tweede jaar waren er al minder eerstejaars omdat zij werden opgegeten door de meerzomerige snoekjes. Bij gebrek aan nieuwe vegetatie in het voorjaar moesten eerstejaars en tweedejaars snoeken hetzelfde beperkte gebied delen. Uitgezette snoekjes of natuurlijk geproduceerde snoekjes werden dus qua aantal gelimiteerd door de oeverzone begroeid met emergenten. Dat bleef zo, ook toen onderwaterplanten verschenen. Deze laatste kwamen pas goed tot wasdom begin juni, en dan waren veel eerstejaars snoekjes al opgegeten door oudere soortgenoten.

In grotere wateren als het Wolderwijd-Nuldernauw speelt nog een ander probleem. Hier is de inwerking van stroming (onder invloed van windwerking) zo groot dat de met emergente begroeide oeverzone zelden of nooit water met goede snoekcondities zal hebben. De opvallend geringe aanwezigheid van jonge snoek in de oeverzones van het Veluwemeer en het Wolderwijd illustreert dit.

Om goede snoekpopulaties van de grond te krijgen zijn dus beschutte watergedeelten met een overvloedige plantengroei en uitbundige watervlooienpopulaties nodig. Experimenten in de proefvijvers van de directie IJsselmeergebied in het Wolderwijd, in het helofytenfilter van de zuivering in Elburg, en in het aangelegde inundatiegebied bij de Binnenschelde illustreren dit. Dergelijke condities zijn maar op enkele manieren te scheppen: òf een meer wordt herverkaveld door in de oeverzone een serie beschutte en ondiepe poelen aan te leggen, òf grenzend aan een meer worden de oeverlanden geïnundeerd. De inundaties bij de laatste optie worden dan beëindigd op het moment dat de waterplanten in het meer tot ontplooiing zijn gekomen. Theoretisch bestaat er een alternatief: het uitzetten van gekweekte snoekjes.

Dit moeten dan wel snoekjes zijn die piscivoor zijn (8-15 cm) en die begin juni-medio juni worden aangevoerd. Geen kweker ter wereld is echter in staat deze pootvis in redelijke hoeveelheden te leveren.

De noodzakelijke inrichting van een water voor snoek wordt bepaald door de hoedanigheid van een water en de vegetatie daar. Zijn de condities in een water zo dat daar:

- in maart al onderwaterplanten aanwezig zijn en deze in het begin het bodemareaal hebben gekoloniseerd, dan is alleen de aanleg of onderhoud van 5% emergentenareaal gewenst;
- medio mei waterplanten uitbundig tot ontwikkeling komen en 60-80% van het bodemareaal overgroeien, dan is een oeverareaal van 10-20% overgroeid met emergenten (mix van zachte en harde planten) gewenst.

In de overige wateren is inundatie-areaal als kraamkamer nodig. Dit beslaat 10-30% van het meeroppervlak.

Theoretisch zorgen optimale roofvispopulaties voor een wegvraat van 70-120 kg/ha van vooral vis <15 cm. Daardoor ontstaat een reductie van de witvisbiomassa met 50-70 kg/ha, die wordt gesubstitueerd door roofvisbiomassa. In hoeverre dit ook in de praktijk zal gebeuren is een kwestie van nader onderzoek. Roofvis in evenwicht met de rest van de vis geeft echter geen blijvende garantie voor stabiliteit van het systeem (zie het voorbeeld van de Binnenschelde). Er is blijkbaar meer nodig om het systeem stabiel te houden.

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

4.1. Belangrijkste conclusies

- ABB kan ieder water van een troebele toestand in een heldere toestand doen omslaan;
- De snelheid van een omslag naar helder water hangt af van de snelheid waarmee waterplanten een water overgroeien;
- Soms zijn aanvullende maatregelen nodig om helder water te krijgen. In de Breukeleveense Plas is bijvoorbeeld sprake van loopbagger welke geïmmobiliseerd dient te worden;
- Vaak is het gewenst het systeem met de omslag een handje te helpen. Uitzetten van watervlooien en van waterplanten kan hierbij toegepast worden;
- De stabiliteit van de nieuwe situatie lijkt vooral door waterplanten te worden bepaald. Als de soortsamenstelling van planten die nutriënten opslaan (waterpest, kranswieren) omslaat naar planten die nutriënten afgeven (gedoornd hoornblad, schedefontuinkruid, sterrekroos, aarvederkruid) en naar zich zelf overschaduwende planten, al is het maar in de nazomer, dan gaat het zeker mis. Een evenwichtige visstand, zoals dat op de Binnenschelde het geval was, heeft hier dan geen invloed meer op;
- Vissen zijn, zolang de planten niet overheersen, vaak een doorslaggevende factor. De teruggang van het Volkerak-Zoommeer laat dat zien. Het gaat er om de vis dan in te perken. De biomassa waarop de vis moet worden teruggebracht hangt van de trofiegraad van het water af. Voor kleiwateren speelt ook de mate waarin de klei is op te wervelen door vis mee. In het algemeen dient gestreefd te worden naar een visbiomassa die gelijk is aan die van een oligotroof water;
- Vissen kunnen ook een belangrijke effect hebben op plantenrijk en helder water. De hoge biomassa vis in Zwemlust getuigt daarvan. Hier bleven van vraat afgeschermde planten vitaal, terwijl de vegetatie die aan vis blootstond wegkwijnde. Regulatie van prooivissen door roofvissen wordt gezien als een randvoorwaarde om dit soort verschijnselen te voorkomen. De aanwezigheid van voldoende specifiek roofvishabitat, met name emergente vegetatie voor snoek, kan hier een belangrijke bijdrage aan leveren.

4.2. Aanbevelingen

Evaluatie/monitoring

- Betere monitoring van de ontwikkeling van de visstand na ABB;
- Betere monitoring van de werking van paai- en opgroeigebieden.

Maatregelen

- Compromisloos (grondig) ABB uitvoeren in een of meer wateren. Hierbij dienen geen concessies gedaan te worden ten aanzien van de inrichting van het water, en hierbij is tevens een gedegen monitoringsprogramma vereist;
- Uitgaan van een veilige (biomassa) ondergrens bij uitdunning in plaats van verwijderen van 75%. Op basis van de huidige gegevens zijn <10-15 kg/ha planktivoor en <15-25 kg/ha benthivoor hiervoor aan te bevelen.

Onderzoek

- Onderzoek naar verschillen in nutriëntenhuishouding tussen plantenrijke wateren en algenrijke wateren;
- Nader onderzoek naar regulatie van de planktivore visstand door roofvis.
- Onderzoek naar ondergedoken waterplanten:
  - bij welke condities krijgen we zo stabiel mogelijke watervegetaties (geen 'nutriëntpompen');
  - wat is daar het ideale onderhoud van.

LITERATUUR

Breukelaar, A.W., E.H.R.R. Lammens, J.G.P. Klein Breteler & I. Tatrai, 1994. Effects of benthivorous bream (*Abramis brama*) and carp (*Cyprinus carpio*) on sediment resuspension and concentrations of nutrients and chlorophyll *a*. Freshwater Biology 32:113-132.

Grimm, M.P., & M. Klinge, 1996. Pike and some aspects of its dependence on vegetation. In: J.F. Craig (ed.), Pike: Biology and exploitation. Chapman & Hall, London.

Grimm, M.P., & J.J.G.M. Backx, 1990. The restoration of shallow lakes, and the role of northern pike, aquatic vegetation and nutrient concentration. Hydrobiologia 200/201: 557-566.

Grimm, M.P., & J.J.G.M. Backx, 1994. Chapter 36. Mass removal of fish from Lake Wolderwijd, The Netherlands. Part I: Planning and strategy of a large-scale biomanipulation project. In: I.G. Cowx (ed.): Rehabilitation of Freshwater Fisheries. Fishing News Books, Oxford.

Grimm, M.P., E. Jagtman & M. Klinge, 1992. Fosfaatgehalten en de haalbaarheid van "Actief Biologisch Beheer". Een visbiologisch perspectief. H_2O 25(16): 424-430.

Hanson, J.M., & W.C. Leggett, 1982. Empirical prediction of fish biomass and yield. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 257-263.

Hosper, S.H., M.-L. Meijer & P.A. Walker, 1992. Handleiding Actief Biologisch Beheer. RIZA/OVB.

Klinge, M., M.P. Grimm & S.H. Hosper, 1995. Eutrophication and ecological rehabilitation of Dutch lakes: Presentation of a new conceptual framework. Wat. Sci. Tech. 31(8): 207-218.

Meijer, M.-L., & I. de Boois, 1997. Landelijke Evaluatie Actief Biologisch Beheersprojecten, RIZA.

Otte, A., E. van Donk & J.T Meulemans, 1996. Zwemlust, mechanismen van helder worden en overgang naar de troebele toestand zes jaar na biomanipulatie. H_2O 29(20): 607-611.

Ozimek, T., R.D. Gulati & E. van Donk, 1990. Can macrophytes be useful in biomanipulation of lakes? The Lake Zwemlust example. Hydrobiologia 200/201: 399-407.

Semmekrot, S., & M.P. Grimm, 1993. Evaluatie van ecologische kerngebieden voor snoek in de randmeren. Deelproject 2: Bruikbaarheid overgebieden als paai- en opgroeigebied voor de snoek. Rapport Witteveen+Bos Hd 13.18.

Witteveen+Bos, 1998. Visstandonderzoek in de Binnenschelde in 1997. Rapport Witteveen+Bos BoZ 80.20.

Witteveen+Bos, 1994. Ontwerp paai- en opgroeigebied Binnenschelde. Rapport Witteveen+Bos BoZ 80.11.

Witteveen+Bos, 1998. Verkenning van varianten voor een viswering in het Drentse Diep. Rapport Witteveen+Bos Gn 24.21.

Witteveen+Bos, 1996. Evaluatie functioneren paaigebied Snoek Dintelse Gorzen-West. Rapport Witteveen+Bos BoZ 81.14.

BIJLAGE I. Tabellen

Tabel 2.1. Wateren waarin een viswering is aangelegd.

Tabel 2.2. Overzicht van de uitdunningsvisserijen

Tabel 2.3. Uitgezette hoeveelheden snoek en andere organismen.

Tabel 2.1. Wateren waarin een viswering is aangelegd.

naam water	type viswering	visintrek geconstateerd
Binnenschelde	net om inlaatwerk	
Bleiswijkse Zoom (Galgje)	rooster	
Boschkreek		
Breukeleveense Plas	deuren met infrarood	voorjaar 1989
De Deelen (3)	borstels	voor- en najaar 1989
Duinigermeer	borstels + electriciteit	voorjaar 1994 (door defect en schade)
Fortgracht Edam		
Fortgracht Veldhuis		
Hollands Ankeveense Plas	rooster + drijvend net	
Izakswiid		
Klein Vogelenzang		
40-Med		
Nannewijd		
Noorddiep	rooster	
Sondelerleien	rooster	voorjaar 1991
Tusken Sleatten		
De Waaij		
Wolderwijd-Nuldernauw	rooster voor waterinlaat	najaar 1992
IJzeren Man		
Zwemlust		

Tabel 2.2. Overzicht van de uitdunningsvisserijen

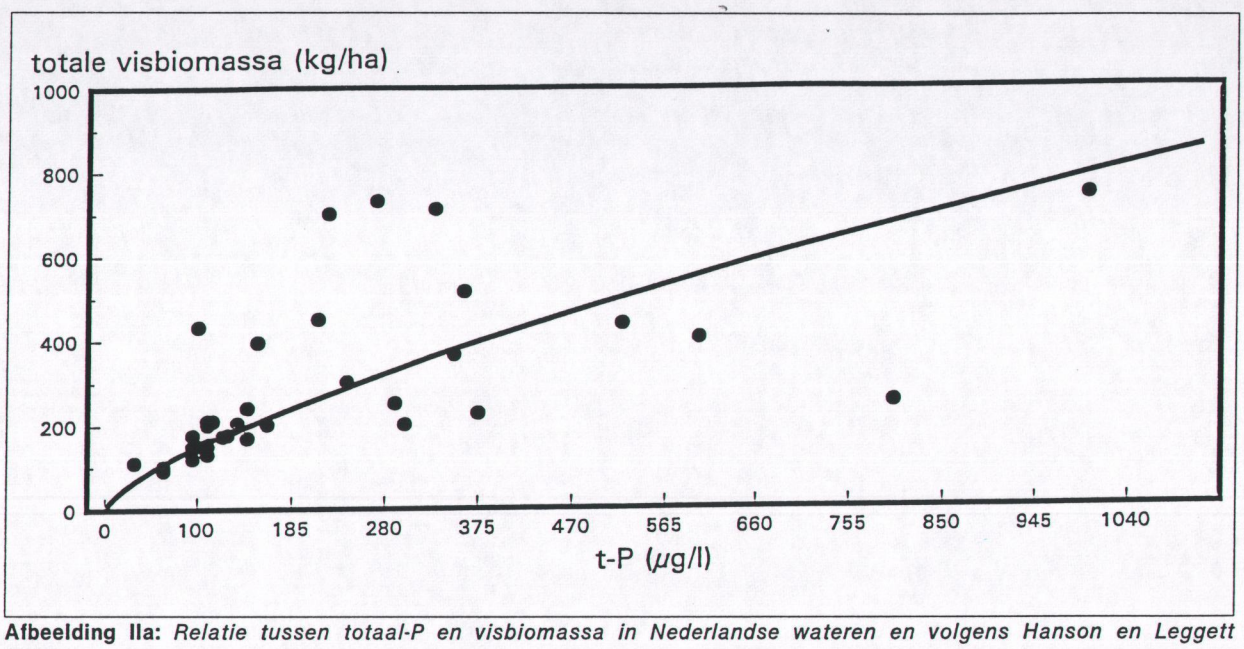
	voor uitdunnen			direct na eerste uitdunning					
	visbiomassa totaal (kg/ha)	visbiomassa planktivoor (kg/ha)	visbiomassa benthivoor (kg/ha)	visbiomassa totaal (kg/ha)	visbiomassa planktivoor (kg/ha)	visbiomassa benthivoor (kg/ha)	visbiomassa verwijderd (kg/ha)	percentage verwijderd (%)	aanvullende uitdunning
Bleiswijkse Zoom (Galgje)	730	0	645	194	71	115	536	73,4	1x
Boschkreek	200			97			103	51,5	
Breukeleveense Plas (1)	350	127	216	257	93	159	93	26,6	
Breukeleveense Plas (2)	149	55	80	56	20	23	93	62,4	
De Deelen	90-225			45-200			25-45	11,1-50,0	
Duinigermeer	150	67	57	34	10	12	116	77,3	1x
Hollands Ankeveense Plas	240			95			145	60,4	1x
Izakswiid	340	60	200	80	35	35	260	76,5	
Klein Vogelenzang	260			193			67	25,8	3x
40-Med	240	55	21	131			109	45,4	1x
Nannewijd	200-250			30-50			150-220	60-100	
Noorddiep 3	689	141	500	137	43	56	552	80,1	
Sondelerleien	285			20			265	93	2x
Tusken Sleatten	320	94	232	176			144	45	1x
De Waaij	191	37	96	40	<1	19	151	79,1	1x
Wolderwijd-Nuldernauw	203	76	108	46	15	24	157	77,3	2x
IJzeren Man	710			0	0	0	710	100	
Zwemlust	734	693	0	30	10	0	704	95,9	

Breukeleveense Plas (1): gebaseerd op bestandsschatting gemaakt in januari 1989, voor de uitdunning
Breukeleveense Plas (2): gebaseerd op bestandsschatting gemaakt in maart 1989, tijdens de uitdunning

Tabel 2.3. Uitgezette hoeveelheden snoek en andere organismen.
Overgenomen uit Meijer & De Boois (1997).

Overzicht van uitzettingen			
Maatregelen	*hoeveelheid*	*hoev/ha*	*tijdstip*
Holl. Ankeveense plas			
Binnenschelde	5000 baars	27,7	apr-91
	100.000 snoek	555	mei-89
Galgje	640 + 150 snoekbaars (2,5-4 cm)	206 + 48	mei+ juli 1987
	3600 0+ snoek (3,3-7,2 cm) + 300 0+ snoek (3,1-4,1	1160 +97	mei 88 + mei 89
	90 1+ + 2+ snoek (15-50 cm)		mei-89
Boschkreek			
Breukeleveense plas	72.000 0+ snoek (2-3 cm)	400	
Deelen 1			
Deelen 2			
Deelen 3			
Duinigermeer			
Fortgracht Edam	snoek, winde, baars, zellt		
Fortgracht Veldhuis	snoek, snoekbaars, baars		
Klein Vogelezang	1500 0+ snoek	83	mei-89
Nannewijd			
Noorddiep 3			
Izakswijd			
Tusken Sleatten	3000 0+ snoek (2 cm)	300	april- mei 1991
40-med	3000 0+ snoek (2 cm)	300	april- mei 1991
Sondelerleien	4000 0+ snoek (2.0-2,6 cm)	148	19-apr-89
Volkerak-Zoommeer			
Waay	154 paairijpe baars (20-40 cm)		
	10 snoekbaarsnesten		
	100 kg driehoeksmosselen		
Wolderwijd	675.135 0+ snoek (3-5 cm)	253	mei-91
Ijzeren Man	2 * 5000 0+ snoek	2 x	voorjaar 90 + 91
	150 + 75 kg blankvoorn		
	250 + 75 kg ruisvoorn		
	300 + 75 kg winde		
	100 kg zeelt		
	300 kg regenboogforel		
Zwemlust	1600 0+ snoek	1067	
	140 paairijpe ruisvoorn		
	blankvoorn		

BIJLAGE II. De relatie tussen totaal-P en visproductie en -biomassa



Afbeelding IIa: *Relatie tussen totaal-P en visbiomassa in Nederlandse wateren en volgens Hanson en Leggett (1980).*

In een ecosysteem zijn het de (biologisch beschikbare) nutriënten die de primaire (fytoplankton, macrofyten) en secundaire (zoöplankton, macrofauna) productie bepalen. Het is dan ook niet verwonderlijk, dat ook de visbiomassa en -productie wordt gestuurd door de beschikbare nutriënten.

Nutriënten en visbiomassa

In 1982 stelden de Canadese onderzoekers Hanson en Leggett voor het eerst de relatie vast tussen de hoeveelheid fosfor in een water en de visbiomassa. In figuur IIa is de Hanson & Leggett-relatie weergegeven (getrokken lijn), samen met gegevens van Nederlandse wateren (overige punten in de figuur). Het is te zien, dat er nog behoorlijk wat spreiding in deze relatie is. Naast schattingsfouten bij de visstandopnames, is dit ook toe te wijzen aan andere oorzaken. Vooralsnog kunnen de volgende mogelijkheden onderscheiden worden:

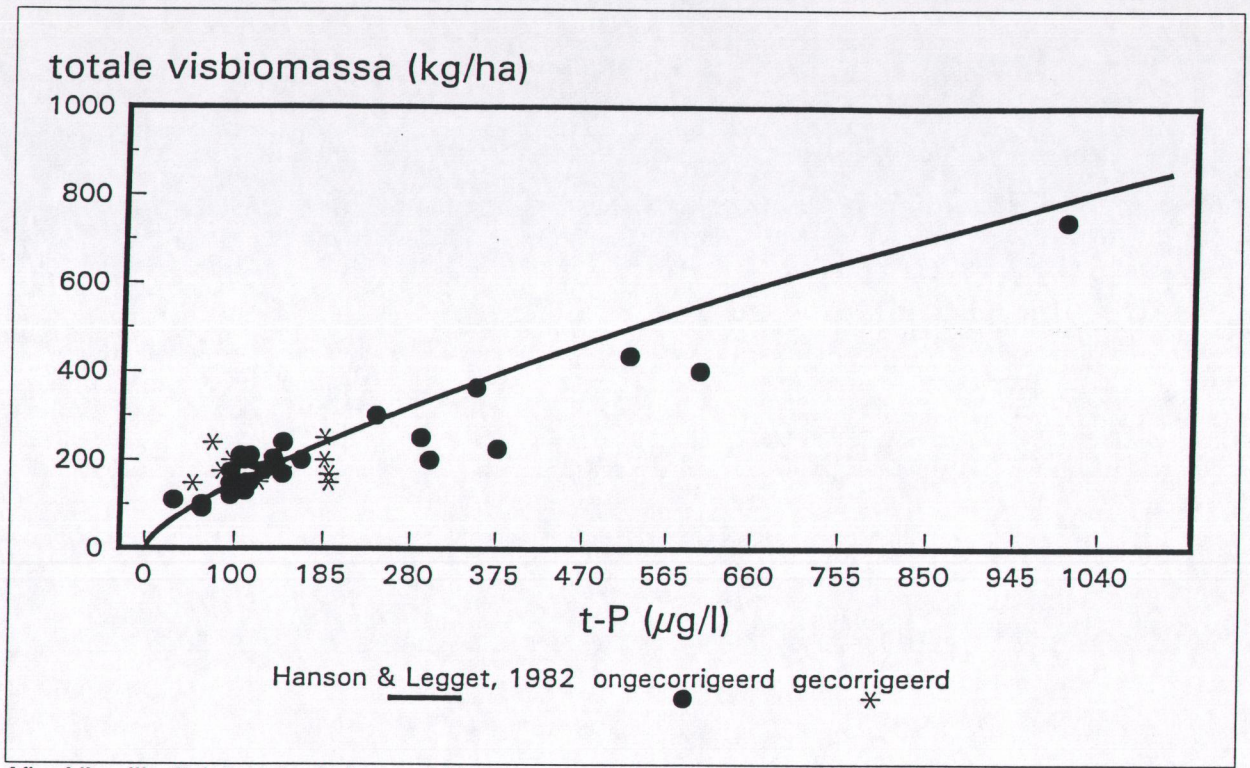
1. Er is geen sprake van P-beperking, maar van beperking door andere factoren.
2. Er is wel een P-beperking, maar dit fosfor is (voor een gedeelte) niet biologisch beschikbaar.
3. Er is sprake van een kleibodem.

ad 1: Wanneer er sprake is van andere beperkende factoren, dan moet de relatie tussen totaal fosfor en visbiomassa aangepast worden. Dit kan door:

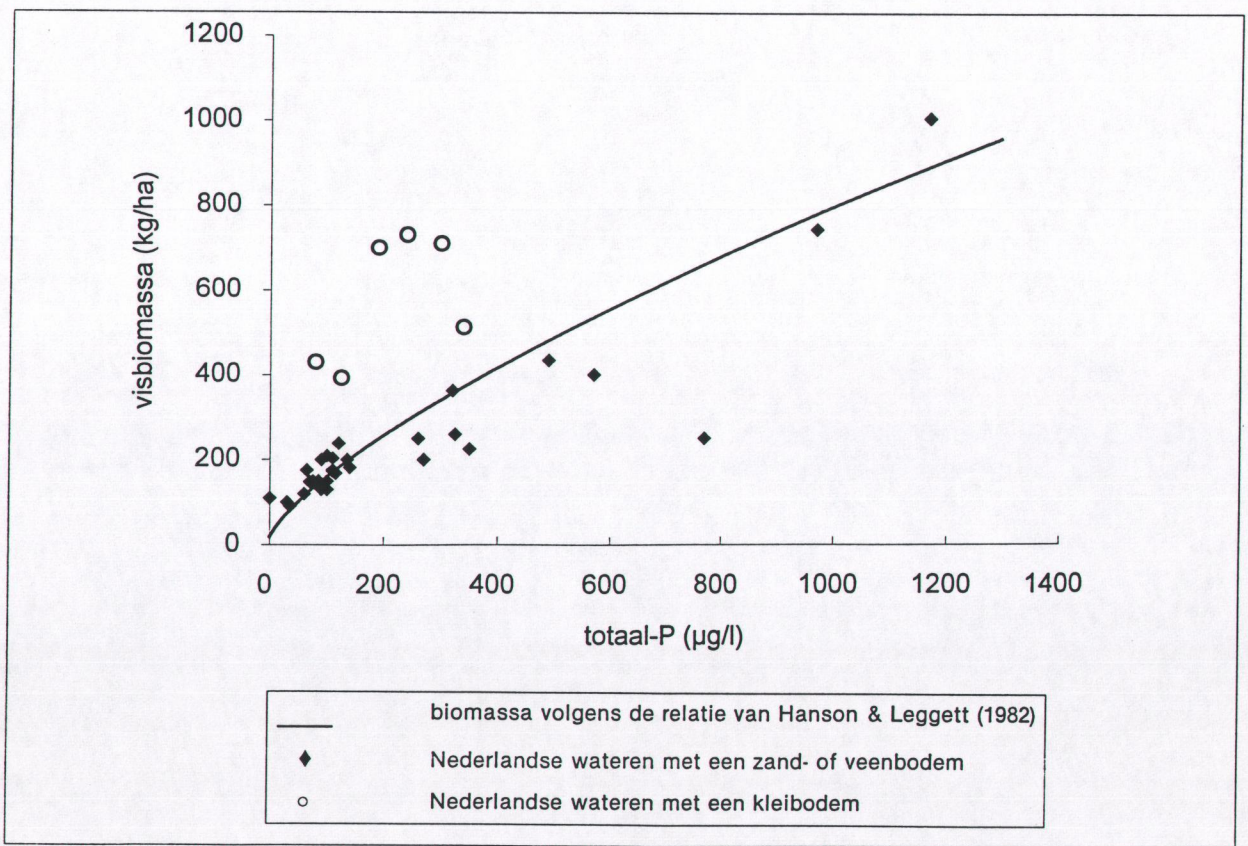
a. Te kijken naar de N:P-verhouding. Bij N-beperking kan het P-gehalte worden aangepast aan de werkelijk opgenomen hoeveelheid. Wanneer stikstof en fosfor worden opgenomen in levend materiaal (biomassa), gebeurt dit in een vaste verhouding. Door er vanuit te gaan, dat in dat geval alle stikstof wordt omgezet in biomassa, kan aan de hand hiervan ook het aandeel fosfor geschat worden, wat wordt opgenomen in de biomassa.

b. De biomassa (bij onbekende/meerdere beperkende factoren) te relateren aan de hoeveelheid chlorofyl (fytoplankton) in het water. Wanneer de hoeveelheid chlorofyl evenredig is met de geproduceerde biomassa, dan zijn ook hogere schakels in de voedselketen hieraan gerelateerd. Dit veronderstelt wel een (grotendeels) pelagische route in de voedselketen. In afbeelding IIb is figuur IIa gecorrigeerd voor het chlorofylgehalte, via de STOWA-relatie tussen het t-P-gehalte en het chlorofyl-*a*-gehalte.

ad 2: Niet al het aanwezige fosfor hoeft biologisch beschikbaar te zijn. Er kunnen bijvoorbeeld fosfaat-ijzercomplexen aanwezig zijn in de waterkolom, of het fosfor zit gebonden aan zwevende deeltjes (humuscomplexen, lutumdeeltjes). Ook hier kan weer gecorrigeerd worden met behulp van het chlorofyl-*a*-gehalte.



Afbeelding IIb. *Relatie t-P-gehalte en visbiomassa, gecorrigeerd via P-chlorofyl-a-relatie (STOWA). Kleiwateren zijn weggelaten in deze figuur.*



Afbeelding IIc. *Relatie t-P-gehalte en visbiomassa. Kleiwateren zijn afzonderlijk weergegeven als ○.*

ad 3: Het blijkt dat kleibodems een sterke fosfaatabsorptie kunnen vertonen. Vissen die in dergelijke bodems voedsel zoeken kunnen, ondanks lage P-gehalten (en P-beperking) in de waterkolom, toch aanzienlijke hoeveelheden nutriënten binnenkrijgen via de benthische voedselketen. De wateren met kleibodems laten dan ook zeer hoge visbio-

massa's zien: veel hoger dan verwacht mag worden zuiver op basis van het P-gehalte. In figuur IIC zijn daarom de kleiwateren apart weergegeven. De biomassa's in de kleiwateren (kl) liggen bij eenzelfde nutriëntengehalte veel hoger dan in de wateren met een zand- of veenbodem (*).

I.2 Nutriënten en visproductie

Wat opgaat voor de visbiomassa, geldt misschien nog wel in sterkere mate voor de visproductie. De visproductie is sterk gelimiteerd door de (biologisch beschikbare) nutriënten in het water. Voor de Nederlandse wateren is er ook een relatie opgesteld tussen het P-gehalte van een water en de productie van planktivore vis (Grimm & Backx, 1990). Deze relatie lijkt ook hier op te gaan: in wateren met een hoog P-gehalte is sprake van een hoge productie, in andere wateren blijft de biomassa relatief laag, ondanks de lage dichtheden snoek en piscivore baars. Op basis van de 'normale' planktivore productie op basis van het (nieuwe) nutrientgehalte en de potentiële productie die mogelijk is wanneer de bodem als habitat beschikbaar komt voor visbroed wordt juist een zeer hoge visbroedproductie verwacht. Mogelijke oorzaken voor het waargenomen verschil zijn:

1. Predatie door roofvis. Omdat de dichtheden snoek en piscivore baars vrij laag zijn, is predatie echter meestal niet waarschijnlijk;

2. Een veranderde samenstelling van de voedselketen, welke ongunstig is voor visbroed. Het zou bijvoorbeeld kunnen zijn, dat er in helder water zeer weinig klein zoöplankton aanwezig is, waardoor het visbroed tijdens de groei niet de overstap kan maken van klein naar groot zoöplankton;

3. Het klimaat: dit is vaak een sterke bepalende factor, maar dan is dit terug te zien in specifieke jaren en niet in alle jaren.

4. Andere, onbekende oorzaken die nog nader onderzocht moeten worden.

De samenstelling van de bodem blijkt een sterke rol te spelen: zowel de Bleiswijkse Zoom, de Waaij als Zwemlust hebben een kleibodem, waardoor hier wel een hoge broedproductie mogelijk blijkt te zijn.

Een uitzondering hierop is het Noorddiep: dit is ook een kleiwater, maar de visbroedbiomassa is hier laag omdat een gedeelte overgroeid is met vegetatie. In het Noorddiep wordt de hoeveelheid visbroed verder onder controle gehouden door een vrij hoge snoekstand (45 kg/ha; roofvis: planktivore vis ± 2:3). De hoge broedbiomassa in De Waaij in 1994 is wat minder makkelijk te verklaren: waarschijnlijk is dit een combinatie van het beschikbaar zijn van de gehele productiviteit van water en bodem aan het visbroed tijdens een hoog fosfaatgehalte in de zomer. De bijzondere hydrologische status van De Waaij zorgt ervoor dat de nutriëntengehalten van het water sterk kunnen fluctueren, zodat de daarvan afhankelijke broedproductie eveneens kan fluctueren. In de volgende jaren is de broedproductie dan ook vrij laag.

BIJLAGE III. Reductievisserijen: praktijkervaringen
door Jouke Kampen (AquaTerra bv, Middelharnis)
Toespraak, gehouden op een bijeenkomst van het platform ecologisch herstel meren.

De meesten hier zullen mij wel kennen. Voor degene die niet weten wie ik ben: mijn naam is Jouke Kampen. Van 1982 tot en met 1988 heb ik bij de OVB gewerkt en heb daar de geboorte van het ABB meegemaakt. In 1989 ben ik met Map Grimm bij Witteveen+Bos gaan werken. Vanaf september 1996 ben ik medevennoot van Aqua Terra Water en Bodem B.V. uit Middelharnis. Een bedrijf dat zich richt op de uitvoering van veldwerk van onderzoeken op het gebied van bodem, waterbodem, macrofauna en, zoals bekend, visserijkundig onderzoek.

Marie-Louise heeft mij gevraagd enige praktijkervaringen bij uitdunningsvisserijen met u te delen. Bij de OVB en later bij Witteveen+Bos heb ik van een aantal ABB projecten de uitdunningsvisserij uitgevoerd danwel in het veld begeleid. Ik ben niet zo gewend aan het houden van voordrachten. Om te voorkomen dat het onbegrijpelijk visserslatijn wordt, wil ik het u maar voorlezen. Ik hoop dat u daar begrip voor hebt.

Wateren uit de evaluatie Actief Biologisch Beheer waar de visstand is uitgedund en waar ik bij betrokken ben geweest zijn:
- Bleiswijkse Zoom (Galgje)
- Noorddiep (deel 3)
- Zwemlust
- Breukeleveense Plas
- Izakswiid
- Wolderwijd
- Waay
- Duinigermeer
- Boschkreek (2de uitdunning)
- Zuidlaardermeer

En verder Binnenschelde en Volkerak-Zoommeer. Op deze wateren is de visstand niet uitgedund, maar door overgang van zout naar zoet is met een lege uitgangspositie gestart.

Ik wil het kort hebben over de volgende facetten van de uitdunningsvisserijen:
1. Planning en voorbereiding
2. Opstellen plan van aanpak
3. Uitvoering

Vervolgens ga ik met u in vogelvlucht langs de genoemde projecten waar ik kort een aantal markante zaken naar voren haal die specifiek speelden bij dat project. Het zal daarbij vooral gaan om praktische zaken, en dingen waar ik in het veld tegenaan liep. Het zal niet gaan over de precieze getallen. Deze zijn in de diverse rapporten voor de geïnteresseerden terug te vinden.

Tenslotte zal ik een paar conclusies en algemene richtlijnen noemen die naar mijn mening essentieel zijn bij de planning en uitvoering van uitdunningsvisserijen.

1. Planning en voorbereiding.
Met de planning en voorbereiding wordt de basis onder het project gelegd. In deze fase worden randvoorwaarden vastgesteld. Belangrijke randvoorwaarden waar je mee te maken kunt krijgen zijn o.a. aanwezige visstand, afsluitbaarheid van het gebied, toestemming van eigenaar/visrechthebbenden, financiële mogelijkheden, bevisbaarheid, mogelijkheid om vissers en/of materiaal van buiten in te huren. Op basis van deze randvoorwaarden wordt een eerste globaal plan gemaakt en offerte opgesteld.

2. Plan van aanpak
Doorgaans, vooral bij grotere projecten, wordt er een werkplan opgesteld. In dit draaiboek wordt de inzet van mensen en materiaal beschreven alsmede de toe te passen strategie, oftewel: wanneer vis je waar met welke vangtuigen. Voor het opstellen van een goed plan is een gedegen kennis van het water noodzakelijk. Zaken als bevisbaarheid, verspreiding van de vis, paaiplaatsen e.d. zijn essentieel voor een efficiënte bevissing.

Een onderdeel van plan van aanpak is ook de evaluatie van de uitdunning. Je kunt volstaan met een bestandsopname vooraf en achteraf op de gebruikelijke wijze (vangst per eenheid van inspanning). Beter is het voor- of tijdens de uitdunning een aantal vissen met een merk terug te zetten en in de voortzetting van de visserij het aantal gemerkte dieren te bepalen. Als 75% van de gemerkte dieren gevangen zijn, mag worden aangenomen dat ook 75% van de ongemerkte vissen gevangen zijn. Deze methode is wel arbeidsintensief en dus (vooral voor grote wateren) duur. Door dit pas aan het eind van de bevissing uit te voeren vallen de kosten nog mee. Er hoeven dan minder vissen gemerkt te worden en minder vissen op merk bekeken. Vooral dat laatste scheelt een slok op een borrel.

3. Uitvoering
Met de uitvoering zijn we aangekomen bij de fase waar het allemaal om draait. Je kunt de mooiste plannen maken en de kosten zo goed mogelijk ramen, maar de vissen hebben een staart en die weten ze doorgaans heel goed te gebruiken. De vissen kennen de plannen niet (en misschien is dat maar goed ook). Ik wil maar zeggen: in het veld moet je voortdurend afvragen: kan ik voort op de wijze zoals we die bedacht hebben of moet ik bijstellen. Wanneer je niet tijdig bijstelt dan gaat al gauw een kostbaar deel van het budget verloren en is de target niet gehaald op het moment dat de muntjes op zijn (en dat moment komt altijd te vlug!).
Je moet altijd zorgen zoveel mogelijk bewegingsvrijheid te hebben. Concreet betekent het dat er verschillende vangtuigen en maaswijdtes beschikbaar moe-

ten zijn en voldoende mensen en boten.

Na deze theoretische benadering wil ik een kort rondje langs de projecten maken waar ik bij betrokken ben geweest. Zoals gezegd gaat het niet om de exacte getallen, maar meer om een aantal markante ervaringen.

1. Bleiswijkse Zoom (Galgje).
Het Galgje is maar een heel klein watertje (3 ha). Je zou zeggen dat vis ik in 1 of 2 dagen even leeg. Te meer ook omdat er geen slootjes en grote rietoevers zijn waar de vis in kan overwinteren of vluchten. Met de zegen was de bulk van de vis inderdaad al snel gevangen. Na het water een keer of vier afgevist te hebben werd vrijwel geen vis meer gevangen. Door steeds enkele dagen te wachten werden toch weer een paar visjes gevangen totdat de vis tenslotte het kunstje doorhad en zich terugtrok op de meest onmogelijke plaatsen. Zo werden onder een plankier, dat aangebracht was om eenden de gelegenheid te geven bij de walbeschoeiing op, op de oever te komen, een 25-tal grote karpers gevangen met het elektrovisapparaat. Ook in de enigste rietpol werd met herhaling elektrisch een teil met vis gevangen. Wanneer de vis eenmaal op zo'n plaats gevlucht is, blijft hij daar ook.

Noorddiep deel 3
In het Noorddiep, eveneens een klein water, reageerde de vis identiek. Vooral de aanwezige karpers kozen al snel voor een grote lisdodde pol als onderduikadres. Ik weet nog dat we met het elektrisch schepnet tenslotte bijna 1000 karpers uit die pol gelepeld hebben. Zo gaat het wel, maar het kost wel veel moeite. De karpers gingen ondanks de herhaalde bevissingen niet uit de pol weg. Om de pol stonden wargarens, maar hierin zijn maar enkele vissen gevangen.
Op het eind van de bevissing misten we nog een deel van de kleine vis. We hadden met herhaling het hele water met de zegen en het elektrovisapparaat afgevist. We vonden ze tenslotte in een afgerasterd deel bij een huis waar een 30-tal tamme ganzen in zwommen. Hier konden en mochten we niet vissen. We hebben toen maar beide elektroschepnetten een kwartier er in gehouden met de maximale spanning erop. De vis was weg of dood (en de ganzen precies gaar genoeg voor het avondeten).

3. Zwemlust
In het plasje Zwemlust werd op safe gespeeld. Het plasje is geheel leeggepompt en de aanwezige vis is met een zegen weggevangen en de laatste zijn opgeraapt of door de pomp gezogen. Daar is voor een visserman dus niet veel lol aan en daarom gaan we verder met:

4. Breukeleveense Plas

De Breukeleveense Plas was het eerste grote ABB project in Nederland. Toen Map en ik eraan begonnen hadden we eigenlijk geen ervaring met bevissing van wateren van dergelijke afmetingen. Om te komen tot meer overzichtelijke afmetingen is de plas met lange keernetten verdeeld in een handzame stukken. Met een zegen van 500 meter is de plas in 3 weken 3 maal afgevist. Tijdens de bevissing werd al wel duidelijk dat er te weinig kleine vis (met name blankvoorn) gevangen werd. Kleine brasem werd nog wel in redelijke hoeveelheden gevangen. Met het elektrovisapparaat is dagenlang intensief gespeurd naar concentraties kleine vis. Dit was gezien de bijna eindeloze aantallen kleine slootjes en inhammen zeer intensief. Uiteindelijk vonden we in een vrij diepe sloot op een camping een grote concentratie blankvoorn. De ironie wil dat we juist op deze locatie geen toestemming hadden om te vissen. Na lang aanhouden en zeuren mochten we een halve dag onze gang gaan, maar dit was te kort. Opvallend was dat ondanks de intensieve zegenvisserij de vis niet zoals op kleine wateren, de oever of inhammen invluchtte. Voor de sloten hadden we met het oog op vluchtgedrag fuiken gezet. Maar dit leverde niets op.
Uiteindelijk is de target van de uitdunning net gehaald, maar doordat het resterende bestand bestond uit voornamelijk kleine exemplaren (met grote groeipotentie) groeide dit bestand snel uit tot onaanvaardbare hoogte. Meteen na afloop van de uitdunningsvisserij in april kwamen de kleine vissen naar het open water van de plas. Een aanvullende zegenvisserij in april/mei had zeer nuttig kunnen zijn, maar het budget was toen op. Een bevissing in de paaiperiode met fuiken had te weinig effect waarschijnlijk omdat het paaiareaal zo uitgestrekt is dat er geen sterke concentratievorming optreedt.
Overigens is er naar alle waarschijnlijkheid al snel ook vis uit aangrenzende gebieden ingetrokken waardoor het visbestand nog sneller weer aangroeide.

5. Izakswiid

Het Izakswiid was een project met een beperkt budget en met een minimum aan begeleiding. De vissers hebben grotendeels zelfstandig de bevissing uitgevoerd.
Het water werd voorafgaand aan de bevissing in een aantal afzonderlijke stukken verdeeld met keernetten. Met een zegen zijn flinke hoeveelheden vis gevangen, vooral brasem. Probleem was weer de kleine vis. Met het elektrovisapparaat is intensief gezocht naar concentraties kleine vis. De oeverlengte en de hoeveelheid inhammen en slootjes is echter zo groot dat een concentratie makkelijk over het hoofd te zien is. Slechts in één kleine ondiepe inham werd een concentratie broed gevonden. Het was daar zo ondiep dat het niet doenlijk was deze inham efficiënt af te vissen. Met schotten is de inham afgesloten.

Toen het water in de loop van de zomer weer troebel werd, werd met een bemonstering met de kuil duidelijk dat er toch nog vrij veel kleine vis achtergebleven was. Er is nog wel een poging gedaan een deel hiervan te vangen, maar het resterende budget was te beperkt om een hier veel werk van te maken.

6. Wolderwijd

De (herhaalde) afvissing op het Wolderwijd is te uitvoerig en complex geweest om in dit korte tijdsbestek geheel te belichten. Enkele punten wil ik even voor het voetlicht halen.
De kleine vis was redelijk goed te lokaliseren. De havens werden voortdurend gescreend op aanwezigheid van vis. Dit gebeurde met een viszoeker (echolood) en door voelen met een hengel. Hierbij werd een gevoelige hengel onder steigers of boten door het water gehaald. Als er vis aanwezig was, werd dat gevoeld. Opvallend was dat het al- dan niet aanwezig zijn van vis in een haven een dynamisch gebeuren was. Plotseling kon een haven vollopen en zo waren ze weer weg. Ik heb er nooit enige logica in kunnen ontdekken. Je zou verwachten dat op de nadering van b.v. een wintertje de vis de havens opzoekt, maar dat is niet zo. Wat wel duidelijk was, was dat de concentraties in de havens in de periode half september - eind oktober en eind februari- eind maart vaak het hoogst zijn.
Naast concentraties in de havens was een groot deel van de vis in de vaargeul te vinden. Hier werden ze met succes bevist met kuilen en met heel veel schietfuiken. Overigens werden met de schietfuiken voornamelijk possen gevangen. Met viszoekers konden de visconcentraties in de vaargeul goed gelokaliseerd worden. Bevissing met kuilen werd vooral 's nachts uitgevoerd omdat dat veel efficiënter bleek.

Door een uitgebreide voorbereiding van het project, onder andere in de vorm van het uitproberen van verschillende vangmethoden, was al veel bekend van het water en de verspreiding van de vissen in de winter. Dit heeft zeker bijgedragen aan het goede resultaat.

7. Waay

De Waay is een klein plasje (4 ha). Dat lijkt een peulenschilletje om leeg te vissen. Echter door de grote diepte verschillen verliep het vissen met de zegen niet echt gemakkelijk. Door steile randen konden vissen onder de zegen door ontsnappen.
Net als in andere kleine wateren (Noorddiep, Galgje) vluchtten de vissen na een dagje "pesten" massaal een rietpol en inhangende wilgenstruiken in. Hier konden ze efficiënt bevist worden met een combinatie van elektrovisapparaat en wargarens (kieuwnetten). Wel was dat een arbeidsintensieve methode. In de paaitijd werd met veel succes met 4 grote fuiken op de resterende grote vis gevist.
Er werden in het geheel geen kleine vissen gevangen. Alle brasem was 35 cm of groter. Bij proefbevissing vooraf was dit ook al vastgesteld, maar het is zo

vreemd dat we het toch niet vertrouwden. Er is daarom nog wel met fuiken gevist en met fijnmazige kieuwnetten.
Voorafgaand aan de uitdunning zijn een aantal brasems van een merk voorzien teruggezet. Uit het aantal gevangen brasems met een merk kon het resultaat van de afvissing bepaald worden. Alle gemerkte brasems zijn uiteindelijk teruggevangen.
Toch bleek na een jaar er veel brasembroed te zijn. Met een aanvullend budget is in het voorjaar een aanvullende uitdunningsvisserij uitgevoerd. Inmiddels bleek het broed grotendeels gestorven te zijn in de winter. Met zegen, kieuwnetten en vooral elektrovisapparaat is de resterende brasem en karper toen zo efficiënt bevist dat er waarschijnlijk geen één meer resteert.

8. Duinigermeer

Het Duinigermeer was een project met een gedegen voortraject en voldoende budget om de zaken goed aan te pakken. Er werd gestart met de zegen op het open water. De zegenbevissing verliep aanvankelijk moeizaam vanwege de aanwezig dikke baggerlaag en de vrij primitieve uitrusting van de plaatselijke vissers. (Inmiddels beschikken de plaatselijke vissers over grote mechanische zegens waarmee in latere jaren in 1 of 2 trekken het hele meer afgevist werd).
Zoals overal, bleek ook hier in de wintermaanden geen kleine vis meer op het open water aanwezig te zijn. Met het elektrovisapparaat werden de op het meer uitmondende polderslootjes bevist. In één sloot (bij een huis met straatlantaarn) werd een behoorlijke hoeveelheid kleine vis gevangen. In de overige sloten werd in mindere mate kleine vis aangetroffen. Tenslotte resteerde nog 1 heel smalle sloot van ongeveer 800 meter lang. Deze was te smal voor onze boot, maar we zagen wel vis. Je bent in Giethoorn en dus: een punter opgescharreld. In deze sloot vingen we maar liefst 1000 kg kleine vis! Als je zo'n sloot over het hoofd ziet of denkt daar zit toch niks, dan kun je het project wel vergeten. 1000 kg op 28 hectare is toch altijd nog 35 kg/ha. Gezien de invloed van de sloten zijn de belangrijkste sloten met houten schotten afgezet en zijn er fuiken achter gezet. Achtergebleven vis die in het voorjaar weer uit de sloten wou trekken vond zijn weg versperd en kwam in de fuiken terecht.
In de volgende jaren kon tegen lage kosten met het elektrovisapparaat uit de geheide sloten een belangrijk deel van de populatie kleine vis weggevangen worden.

9. Boschkreek

De Boschkreek is aanvankelijk door de OVB met een beperkt budget afgevist. Na 3 jaar is door W+B een bestandsopname uitgevoerd gevolgd door een uitdunningsvisserij gericht op de bodemwoelende brasem. De kleine vis (vnl. blankvoorn) mocht met het oog op de functie van hengelwater niet verwijderd worden.

De truc van het gedurende 1 dag intensief vissen met de zegen en het flink lawaai maken werkte weer. Met de zegen werd ongeveer 150 kg brasem gevangen. Aan het eind van de dag en de volgende dag werd met het elektrovisapparaat in een aangrenzende sloot 250 kg grote brasem opgeschept.

10. Zuidlaardermeer

In het Zuidlaardermeer is een compartiment gebouwd van 75 hectare. De hierin aanwezige visstand is verwijderd in de winter 1995-1996. De dam is gesloten november. Dit is van invloed geweest op het ingesloten visbestand. Er was slechts heel weinig kleine vis aanwezig. Maar omdat, zoals al eerder aangegeven werd, niets vangen niet altijd betekend dat het er niet is, is er toch vrij veel aandacht besteed aan de kleine vis. Zo werd met fuiken nog ongeveer 1000 kg vis <15 cm gevangen.
De brasem werd met een 400 meter zegen bevist. waarbij een aantal malen een rustperiode van 1 - 2 weken gehouden werd. Nadat ruim 75% van de vis gevangen was, werden een aantal brasems met een merk teruggezet. Uit het aantal later gevangen brasems met een merk kon het resultaat van de afvissing bepaald worden. Ondanks de intensieve bevissing vluchtten de vissen niet de oevers in zoals in kleien wateren zoals in het Noorddiep en Galgje. Wel gingen de resterende brasems eind april naar de oever om te paaien. Van die gelegenheid werd gebruik gemaakt om met kieuwnetten efficiënt een groot deel van het resterende bestand te vangen. Wel was dit een arbeidsintensieve methode waarbij de vis de vangst niet overleefde.

Wat hebben we geleerd uit de ervaringen in de genoemde projecten.

1. Naar mijn mening is vooral de verspreiding van de vis essentieel. In de winter (half september - eind maart) is vooral kleine vis (tot 15 cm) niet op het open water te vinden. Vaak bevinden ze zich in kleine sloten, havens, vaak in de buurt van huizen of in diepe delen van het meer. Van deze verspreiding kun je gebruik maken door deze concentraties te bevissen of af te sluiten.
   MAAR... soms is een gebied zo ingericht dat het ondoenlijk is alle slootjes en haventjes af te vissen of zijn die slootjes en haventjes privé eigendom en verboden gebied (ik maak mij sterk dat vissen dat weten!). Het kan ook voorkomen dat, ondanks intensief zoeken en speuren je een deel van de kleine vis domweg niet vindt. Het is soms onbegrijpelijk waar al die kleine vis, als het eenmaal voorjaar is, ineens vandaan komt. Vooral brasem van 15 - 25 cm is soms moeilijk te lokaliseren.

2. In kleine wateren kun je met een intensieve zegenvisserij het resterende bestand zodanig stressen dat ze massaal een rietpol, slootje o.i.d. opzoeken. Op die plek zitten ze dan zo vast dat ze met het elektrovisapparaat goed gevangen kunnen worden. Aangezien het in kleine wateren nooit om grote hoeveelheden vis gaat is dit dan ook nog doenlijk.

3. De beste resultaten krijg je met een combinatie van verschillende vangtuigen. De aandacht moet niet uitsluitend gericht zijn op een bevissing met een grote zegen op brasem. Er kunnen beter een paar kilogrammen grote brasems teveel blijven zitten dan een paar kilogrammen teveel aan kleine vis. De brasems kunnen in de paaitijd met grote fuiken en/of kieuwnetten vaak nog goed gevangen worden of anders in een additionele bevissing het volgend jaar. De achtergebleven kleine vis heeft een grote groeipotentie en groeit in de loop van de zomer al gauw uit tot een onaanvaardbaar bestand dat alleen tegen hoge kosten weer afgevist kan worden. Dus: op tijd ook elektrisch en met fuiken aan de slag. Een alternatief kan zijn in de voorzomer met een fijnmazige zegen te vissen.

4. Voor het welslagen van een project is een goede afvissing noodzakelijk. Voor een goede afvissing is een gedegen kennis van het water en de verspreiding van de vis noodzakelijk. Oftewel een goede voorbereiding.

5. Het welslagen heeft alles te maken het feit of er voldoende budget is, ook om eventuele tegenslagen en eventuele additionele uitdunningen in het tweede jaar uit te kunnen voeren. En tegenslagen en onverwachte ontwikkelingen zullen er altijd zijn en blijven. We hebben immers te maken met levende vissen. En juist dat maakt mijn werk zo boeiend!

Ik hoop hiermee een bijdrage aan het Actief Biologisch Beheer in Nederland te hebben gegeven en dank u voor uw aandacht.