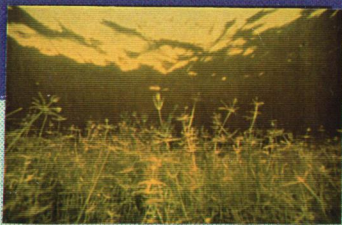


ACTIEF BIOLOGISCH BEHEER IN HET DUINIGERMEER



ZUIVERINGSCHAP
WEST-OVERIJSEL

Raadgevende ingenieurs

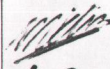
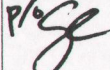
Bos

Witteveen

eindrapport

integrale eutrofiëringsbestrijding
in Noordwest-Overijsselactief biologisch beheer in het
Duinigermeer

registratie	projectcode	status
IWB/VISB/rap44.008	ZI60.3	definitief

autorisatie	naam	paraaf	datum
opgemaakt	drs. M. Klinge		95-07-26
goedgekeurd	drs. M.P. Grimm		

Witteveen+Bos
Raadgevende ingenieurs b.v.

Van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 05700 979 11
telefax 05700 973 44

ISBN: 869290

© Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v.

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

INHOUDSOPGAVE

0. SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	5
1.1. Leeswijzer	5
2. ACHTERGROND VAN HET ACTIEF BIOLOGISCH BEHEER IN NEDERLAND	7
2.1. Definitie	7
2.2. Achtergrond	7
2.3. Stand van kennis	7
2.3.1. Het visbiologische spoor	8
2.3.2. De verweving van de twee sporen	10
2.4. Ervaringen met abb in Nederland	12
3. OPZET EN UITVOERING VAN HET EXPERIMENT IN HET DUINIGERMEER	13
3.1. Gebiedsbeschrijving	13
3.2. Opzet en uitvoering van het experiment	15
3.2.1. Opzet	15
3.2.2. Uitvoering	16
3.2.2.1. Vooronderzoek	16
3.2.2.2. Visstandkundige maatregelen	16
3.2.2.3. Monitoring	24
3.2.2.4. Additioneel onderzoek	24
3.2.2.5. Projectteam, tijdschema	25
4. RESULTATEN	27
4.1. De visdichte afsluiting van het meer	27
4.1.1. Algemene waarnemingen	27
4.1.2. Elektrisch veld	27
4.1.3. Langdurige monitoring van de visintrek	29
4.1.4. Kort evaluatieonderzoek naar de werking van de viswering	30
4.2. De uitdunning van de visstand	31
4.3. De ontwikkelingen in het Duinigermeer voor en na de uitdunning	34
4.4. Vergelijking van het Duinigermeer met de referentiewateren	41
4.4.1. Fysisch-chemisch	41
4.4.2. Biologisch	45
5. DISCUSSIE	49
5.1. De visdichte afsluiting van het meer	49
5.2. De uitdunning van de visstand	50
5.3. De ontwikkelingen in het Duinigermeer	50
5.4. Vergelijking van de ontwikkelingen in het Duinigermeer met die in de referentiewateren	55
5.5. Conclusies ten aanzien van ABB in het Duinigermeer	57
5.6. Vertaalbaarheid van de resultaten naar grotere delen van Noordwest-Overijssel	58
5.6.1. Herstel ondergedoken waterplanten	58
5.6.2. Moerasontwikkeling	59
5.6.3. Nutriëtniveau	59
5.6.4. Slibproblematiek	61
5.6.5. Effecten gebiedsvreemd water op ondergedoken watervegetatie	62
5.6.6. Viswering	63
5.6.7. Financiën	63
5.6.8. Discussie en conclusie	64

INHOUDSOPGAVE

6. AANBEVELINGEN	66
6.1. Toekomstig beheer in het Duinigermeer	66
6.1.1. Aanpak slibproblematiek	66
6.1.2. Snoekhabitat	67
6.1.3. Beheersvisserijen	68
6.1.4. Optimalisatie viswering	69
6.2. Contouren voor het beleid ten aanzien van ecologisch herstel in geheel Noordwest-Overijssel	69
LITERATUUR	72
AFBEELDINGEN	77
laatste bladzijde	79
BIJLAGEN	aantal bladzijden
I Korte beschrijving Oostelijke Belterwijde en Schutsloterwijde	1

0. SAMENVATTING

Van 1992 t/m 1994 heeft er in het Duinigermeer een praktijkproef plaatsgevonden met Actief Biologisch Beheer (ABB). Het experiment had tot doel te bezien of ABB een bruikbare maatregel is om ecologisch herstel te bewerkstelligen en of de maatregel in grotere delen van Noordwest-Overijssel toepasbaar is.

Het Duinigermeer, dat in eigendom is bij de Vereniging Natuurmonumenten, heeft een oppervlak van ± 30 hectare en een gemiddelde diepte van ± 1 meter. Tot het begin van de jaren '70 was het meer helder en had het een vegetatie van voornamelijk kranswieren. Daarna werd het meer troebel en verdween de vegetatie. Aan deze omslag ging een proces vooraf van voedselverrijking door een toenemende invloed van boezemwater.

Het experiment is eind 1992 gestart met een uitdunning van de visstand. Voor aanvang van de uitdunning werd het meer visdicht afgesloten met behulp van een damwand en een waterdoorlatende klep. In de loop van het experiment is in plaats van de klep een door boten passeerbare viswering aangebracht. Deze viswering bestaat uit een flexibele constructie van kunststof haren welke de gehele waterkolom doorslaan en een aantal roestvrijstalen elektrodes waarop een kathodische 60 Volt gelijkspanning gezet is.

Bij de uitdunning van de visstand werd ruim 119 kg/ha (vnl. brasem en blankvoorn) van de 150 kg/ha verwijderd, waarmee de doelstelling, een reductie van de visstand met 75%, was gerealiseerd.

Ontwikkelingen na de reductie van de visstand

In het voorjaar van 1993 werd het water zeer helder en werd in het gehele meer bodemzicht bereikt. In de loop van mei werd het meer voor 50% overgroeid met kranswieren. Het betrof vier soorten: *Chara vulgaris* var. *contraria*, *Chara vulgaris* var. *longibracteata*, *Chara globularis* en *Chara major* var. *hispida*. In totaal verschenen er 12 soorten waterplanten. De (STOWA) ecologische kwaliteit van het Duinigermeer steeg van het laagste/middelste niveau naar het hoogste niveau. Eind juli, tijdens een periode met bewolkt weer en veel neerslag, kwam de blauwalg *Oscillatoria* sp. op en nam het doorzicht af van bodemzicht naar ± 80 cm, nog altijd beter dan in de voorgaande jaren. Deze situatie bleef stabiel tot het eind van het seizoen.

In het voorjaar van 1994 werd het water wederom helder, met bodemzicht in het gehele meer. In tegenstelling tot 1993 kwamen er echter slechts zeer weinig kranswieren tot ontwikkeling. Wat opkwam waren vooral kleine kiemplanten met een geringe bedekking (<5-10%). Het aantal soorten nam af van 4 naar 2: *Chara globularis* en *Chara vulgaris* var. *contraria*. De volgende factoren worden geacht hierbij een rol te hebben gespeeld:

- slechte groeiomstandigheden; het voorjaar van 1994 was een stuk kouder (watertemperatuur in mei 15°C tegen $18,5^{\circ}\text{C}$ in 1993) en somberder (aantal zonuren 147 versus 230 in 1993). Beide factoren benadelen de groeiomstandigheden voor kranswieren;
- intrek van brasem. Begin mei, toen het elektrisch veld van de viswering door een mankement buiten werking was en een passerende boot schade aan de vangkamer toebreacht, zijn grote hoeveelheden brasem ingetrokken. Door bodemwoeling hebben deze negatieve effecten op de ontwikkeling van waterplanten;
- beweging van de slibbodem door wind; het vroege voorjaar van 1994 (maart-april) was winderiger dan '93. Dit resulteerde in beweging van de slibbodem, hetgeen nadelig is voor de ontwikkeling van waterplanten. Tijdens een bemonstering van de visstand eind 1994 werd een herschikking van de sliblaag geconstateerd.

Eind juli kwamen blauwalgen op en nam de zichtdiepte af. De blauwalgen bleven vervolgens geleidelijk toenemen en bereikten aan het eind van het jaar hoge dichtheden. Deze toename wordt geacht af te hangen van:

- de achtergebleven ontwikkeling van de ondergedoken waterplanten;
- de sterke recrutering van vis, met name brasem en blankvoorn, welke een biomassa van 50 kg/ha bereikten.

Aan het eind van het jaar bedroeg de totale visbiomassa naar schatting 125-146 kg/ha en was daarmee vrijwel op het oude niveau;
- de hoge temperatuur. In juli werd een uitzonderlijke watertemperatuur van 27°C bereikt. Hoge temperaturen bevorderen (blauw)algen.

Regulatie door roofvissen heeft gedurende het experiment geen rol van betekenis gespeeld, zoals geïllustreerd in 1994, toen een sterke recrutering van brasem en blankvoorn optrad, zonder dat snoek een merkbare invloed kon uitoefenen. Bij de huidige nutriëntengehaltes is een snoekstand nodig van ± 50 kg/ha zodat, aangevuld met baars en aal, een voldoende regulatie van de visstand gerealiseerd kan worden. De huidige snoekstand bedraagt slechts ± 7 kg/ha. Dit is het gevolg van het ontbreken van voldoende snoekhabitat in de vorm van opgaande (emergente) of ondergelopen terrestrische vegetatie. Voor een voldoende grote snoekstand is een netto areaalbedekking met emergente vegetatie van $\pm 10\%$ van het meeroppervlak gewenst. De huidige areaalbedekking bedraagt slechts 1 à 2%.

Evaluatie van de werking van de viswering heeft uitgewezen dat deze in principe goed werkt, maar dat er nog de nodige optimalisatie gewenst is. Deze optimalisatie richt zich vooral op het verbeteren van de viswerende werking voor vissen <15 cm. Hoewel uit een monitoring van de doortrek geen aanwijzingen zijn verkregen dat deze vissen gedurende het experiment massaal zijn ingetrokken, blijkt uit een kortdurend experiment dat deze vissen in principe in staat zijn om te passeren.

Conclusies ten aanzien van abb in het Duinigermeer

Het experiment heeft aangetoond dat een drastische reductie van de visstand sterk positieve reacties in het Duinigermeer teweeg kan brengen, welke resulteren in een massale terugkeer van de ondergedoken watervegetatie. Een eenmalige reductie van de visstand is echter onvoldoende gebleken om een stabiele situatie te bewerkstelligen, getuige het uitblijven van een goede waterplantenontwikkeling in 1994. Als belangrijkste factoren voor deze instabiliteit worden gezien:

1. ongunstige groeiomstandigheden voor kranswieren in het voorjaar van 1994 door een lage temperatuur en weinig zon;
2. intrek van brasems, die via bioturbatie negatieve effecten op de ontwikkeling van waterplanten hebben;
3. beweging van de slibbodem door wind;
4. het ontbreken van een voldoende grote moeraszone met emergente vegetatie, ter bevordering van de snoekstand.

De aanwezigheid van veel slib en de geringe hoeveelheid emergente vegetatie werden voor aanvang van het project reeds als aandachtspunten gesignaleerd, maar zijn in het kader van het project niet aangepakt. De resultaten van het experiment hebben de noodzaak tot aanpak van deze factoren bevestigd.

Vertaalbaarheid naar grotere delen van Noordwest-Overijssel

De resultaten van het Duinigermeer worden in principe vertaalbaar geacht naar grotere delen van Noordwest-Overijssel. Er zijn echter een aantal onzekerheden, zoals het herstel van ondergedoken waterplanten in grote wateren en de invloeden van gebiedsvreemd water, recreatie en slib.

Daarnaast zijn er een aantal specifieke factoren, zoals het nutriënteniveau, de benodigde oeverontwikkeling en het gebruik van visweringen, welke als randvoorwaarden voor een succesvol ecologisch herstel worden beschouwd. Aan deze randvoorwaarden zal eerst voldaan moeten worden alvorens grootschalige reductievisserijen tot duurzaam succes kunnen leiden. Een integrale en gefaseerde aanpak, waarbij eerste de meest kansrijke wateren aangepakt worden, lijkt hierbij de aangewezen weg.

Aanbevelingen

Toekomstig beheer Duinigermeer

Het toekomstig beheer van het Duinigermeer dient gericht te zijn op:

1. het handhaven van een dominantie van ondergedoken waterplanten. Ondergedoken waterplanten domineren de waterkwaliteit en vormen een belangrijk leefgebied van de snoek in het groeiseizoen. Een bedekking van tenminste 50% van het bodemoppervlak van het Duinigermeer wordt op basis van de ontwikkelingen in 1993 noodzakelijk geacht. Voor zover de bestaande kennis nu reikt en uit het experiment naar voren is gekomen betekent dit dat er gezorgd moet worden voor:
 - . helder water in het voorjaar. Een lage biomassa aan planktivore en benthivore vissen is hiervoor nodig;
 - . aanpak van het slibprobleem. Sterke beweging van de slibbodem door vissen en/of wind lijkt negatief te werken op de ontwikkeling van waterplanten;
2. het ontwikkelen van een snoek-zeelt type visgemeenschap, waarin de prooivisstand door snoek wordt gereguleerd. Het vergroten van de hoeveelheid specifiek snoekhabitat, in het bijzonder het voortplantings- en opgroeiareaal, is hiervoor een vereiste.

Concrete maatregelen, welke hieruit afgeleid kunnen worden zijn:

- verwijdering of insluiting van mobiele sliblagen;
- aanleg van snoekhabitat;
- uitvoering van beheersvisserijen, zolang de snoekstand nog niet de gewenste omvang heeft.

Ten aanzien van de slibproblematiek wordt aanbevolen de mogelijkheden te bezien om in het Duinigermeer een verdieping aan te brengen, waarin het mobiele slib zich verzameld. Deze optie is duurzamer dan baggeren. Wanneer het gewonnen materiaal (zand) bruikbaar is, kan de verdieping mogelijk kostendekkend gerealiseerd worden. Een verdieping ter grootte van 3-5 hectare en een diepte van 15-25 meter wordt voldoende geacht voor berging van de huidige slibvoorraad alsmede berging van de produktie voor de komende tijd.

Wat betreft het snoekhabitat wordt aanbevolen een netto uitbreiding van het areaal met emergente vegetatie met 2-3 hectare te realiseren. Dit kan gerealiseerd worden middels het verbreden en opentrekken van bestaande (deels verlandde) sloten, het aanpassen van het schoningsregime en het aanleggen van een speciaal paai- en opgroei gebied met een (semi)natuurlijk waterpeilverloop aan de oever van het meer. Dit laatste wordt momenteel door de Vereniging Natuurmonumenten in eigen beheer uitgevoerd. Evaluatie zal moeten uitwijzen of hiermee een voldoende grote snoekstand gecreëerd wordt.

Zolang de snoekstand in het Duinigermeer (nog) niet in staat is om de aanwas van het bestand aan prooivissen onder controle te houden, wordt aanbevolen het regulerende werk van de snoek middels zogenaamde beheersvisserijen te ondersteunen (de mens als aanvullende roofvis). Door de jaarlijkse overproduktie aan prooivissen weg te vangen, worden telkens gunstige voorjaarsomstandigheden voor de opkomst van waterplanten gecreëerd. Dergelijke visserijen kunnen door de lokale beroepsvissers uitgevoerd worden.

Ten aanzien van het verdere beheer van het Duinigermeer wordt tenslotte aanbevolen de viswering voorlopig te handhaven. Zolang er geen sprake is van een stabiele situatie kan de intrek van vis het evenwicht gemakkelijk verstoren.

Verdere aanpak grotere delen van Noordwest-Overijssel

Voor een duurzaam ecologisch herstel van de wateren in Noordwest-Overijssel is een pakket van integrale maatregelen nodig. Onderdelen van dit pakket zijn:

- verdere nutriëntenreductie;
- aanpak slibproblematiek;
- moerasontwikkeling;
- visstandbeheer.

Een verdere reductie van nutriënten tot beneden een niveau van een P-gelimiteerd water met een totaal-P gehalte van 0,1 mg/l wordt aanbevolen. Bij een dergelijk gehalte zijn er perspectieven om, **in combinatie met** uitvoering van de andere onderdelen van het maatregelen pakket, tot een duurzaam ecologisch herstel te komen. Dit "Actief Biologisch Beheer in brede zin" is niet getest in het Duinigermeer. Er kan dan ook geconcludeerd worden dat het beleid zich allereerst moet richten op het verbreden van de praktijkproef met aanpak van het slibprobleem en moerasontwikkeling. Echter, vastgesteld wordt ook dat er vooralsnog geen redenen zijn om aan te nemen dat het denken over het gewenst ecologisch functioneren van wateren bijgesteld hoeft te worden. Een produktiviteit van het water op het niveau van een P-gelimiteerd systeem met een totaal-P gehalte onder 0,1 mg/l wordt derhalve als een randvoorwaarde voor een duurzaam succes beschouwd.

Naast de verdere reductie van het nutriëntengehalte wordt verwijdering van de overtollige slibbodems van de meren en plassen en/of het onttrekken van de slibbodems aan de invloed van wind/golven en bodemwoelende vissen van groot belang geacht.

De negatieve invloed die slib heeft op het herstel van waterplanten zou opgeheven kunnen worden door de berging van dit slib in onderwater depots. Deze kunnen gemaakt worden door het maken van diepe zandwinlocaties onder water. Door een strategische situering van deze verdiepingen (bij voorkeur in het natuurlijke slibdepot van het meer, doorgaans in de ZW-hoek gelegen) vullen ze zich vanzelf met het overtollige slib.

Wat het beleid met betrekking tot de slibproblematiek aangaat kan het gewenst zijn het bestaande beleid met betrekking tot ontgroningen nader te nuanceren. Nagegaan zou kunnen worden in hoeverre de gewenste produktie aan oppervlakkige delfstoffen niet uit de meren gehaald zou kunnen worden. Tevens dienen, voor zover daar nog geen duidelijkheid over bestaat, neveneffecten van de aanleg, bijvoorbeeld op hydrologisch gebied, onderzocht te worden.

Ten aanzien van de gewenste moerasontwikkeling mag er van worden uitgegaan dat idealiter ieder water omgeven zou moeten zijn met een areaal dat in oppervlakte 20-30% van het meerareaal beslaat en dat door inundatie of anderszins bij het meer getrokken zou kunnen worden in het winterhalfjaar (november-mei). Via een optimale inrichting van dit areaal zou dan het gewenste netto bedekkingspercentage met emergente vegetatie, te weten 10% van het meerareaal, gerealiseerd kunnen worden. Dergelijke arealen zijn onmisbaar voor de produktie van jonge roofvis. Ook zouden zij als invang kunnen dienen voor plantaardig materiaal dat in het meer is geproduceerd. Wat het beleid met betrekking tot de verwerving van gronden betreft zou de doelstelling kunnen zijn om te realiseren dat 20-30% van het meerareaal op het land wordt verworven. Echter, wat de Ruimtelijke Ordening betreft is er ook de mogelijkheid om dit areaal in het meer zelf aan te leggen. De benodigde gelden voor verwerving of voor natuurbouw zouden in samenhang met de exploitatie van oppervlaktedelfstoffen nader bezien kunnen worden.

Wat betreft het visstandbeheer tenslotte, wordt aanbevolen een zogenaamd visstandbeheersplan op te (laten) stellen. In een dergelijk plan kunnen, in samenspraak met alle betrokken partijen, de gewenste doelen, de opzet, de uitvoering en de controle van een planmatig visstandbeheer geformuleerd worden. Op deze manier kan het visstandbeheer een structurele en herkenbare bijdrage leveren aan het verkrijgen en instandhouden van helder en plantenrijk water in Noordwest-Overijssel.

1. INLEIDING

Tot de zestiger jaren waren de wateren in Noordwest-Overijssel bekend om hun goede waterkwaliteit en hoge diversiteit van de levensgemeenschappen. De wateren waren overwegend helder en werden op vele plaatsen gedomineerd door ondergedoken waterplanten en de daarmee geassocieerde levensgemeenschappen. In de zeventiger jaren is hierin door eutrofiëring sterke verandering opgetreden; de waterkwaliteit verslechterde, het water werd troebel door (blauw)algen en de ondergedoken waterplanten gingen sterk achteruit, waarmee ook de karakteristieke levensgemeenschappen verdwenen. Aan deze situatie is tot op heden nauwelijks iets veranderd.

In het gebied wordt een ecologisch herstel in de richting van helder en plantenrijk water nagestreefd. In het kader van dit streven, dat ondermeer is vastgelegd in het waterhuishoudingsplan van de provincie Overijssel (Waterhuishoudingsplan Overijssel, 1991), zijn reeds vele inspanningen verricht. Deze inspanningen richtten zich vooral op de terugdringing van de interne en externe belasting van de wateren met voedingsstoffen. Genoemd kunnen worden:

- aansluiten van diverse kleinere woonkernen op het openbare riool vanaf 1977;
- defosfatering van het afvalwater (RWZI Steenwijk vanaf 1976);
- gebruik van fosfaatvrije wasmiddelen;
- beperking van de inlaat van (gebiedsvreemd) water vanaf 1978.

Naast het reduceren van de belasting met nutriënten zijn echter aanvullende maatregelen nodig om tot ecologisch herstel te kunnen komen. Teneinde de mogelijkheden hiertoe na te gaan is de Werkgroep Integrale Eutrofiëringsbestrijding Noordwest-Overijssel (WIENO) opgericht. Deze werkgroep is samengesteld uit vertegenwoordigers van het Zuiveringschap West-Overijssel (ZWO), het Waterschap Vollenhove (thans Waterschap Wold en Wieden), de Provincie Overijssel, de Landinrichtingsdienst, NBLF en de Vereniging Natuurmonumenten. De werkgroep heeft "Actief Biologisch Beheer" (ABB) als een potentieel kansrijke aanvullende maatregel ter restauratie van de wateren in Noordwest Overijssel beoordeeld. Door het bestuur van het ZWO is besloten deze potentie middels een proefmatige toepassing nader vast te stellen. Hiertoe is het Duinigermeer als proefgebied gekozen. In dit meer moet blijken of ABB een bruikbare maatregel is om ecologisch herstel te bewerkstelligen en of de maatregel in grotere delen van Noordwest-Overijssel toepasbaar is.

Bij het experiment, dat in december 1992 van start is gegaan, is het Zuiveringschap West-Overijssel als opdrachtgever opgetreden. Zij heeft Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v. verzocht het experiment nader vorm te geven en uit te voeren. Het experiment is voor 50% gesubsidieerd door REGIWA. Het Zuiveringschap heeft de overige 50% voor haar rekening genomen.

1.1. Leeswijzer

In het kader van het experiment zijn van 1991 tot en met 1994 zeer veel gegevens verzameld. Het zou te ver voeren om al deze gegevens in detail in het voorliggende rapport weer te geven en te bespreken. Een groot deel van de gegevens is reeds vastgelegd in voortgangsrapporten (1 t/m 8) en deelrapporten, welke perioden en/of onderdelen van het experiment beslaan. Deze rapporten, waarnaar regelmatig verwezen wordt, dienen als "data-base" voor het voorliggende hoofdrapport, waarin de belangrijkste resultaten worden weergegeven en besproken.

De opbouw van het rapport is als volgt:

- in hoofdstuk 2 wordt ingegaan op het Actief Biologisch Beheer in Nederland. De achtergrond van deze vorm van beheer en de stand van kennis worden kort besproken;
- hoofdstuk 3 handelt over de opzet en de uitvoering van het experiment;
- in hoofdstuk 4 worden de belangrijkste resultaten weergegeven en toegelicht;
- in hoofdstuk 5 worden de ontwikkelingen in het Duinigermeer afgezet tegen de ontwikkelingen in andere wateren in Noordwest-Overijssel.

Tevens vindt een vergelijking plaats met andere ABB-experimenten. Daarnaast wordt ingegaan op de vertaalbaarheid van de resultaten naar grotere delen van Noordwest-Overijssel;

- in hoofdstuk 6 tenslotte worden aanbevelingen gedaan, zowel ten aanzien van het verdere beheer van het Duinigermeer als ten aanzien van de verdere aanpak ten behoeve van ecologisch herstel in geheel Noordwest-Overijssel.

2. ACHTERGROND VAN HET ACTIEF BIOLOGISCH BEHEER IN NEDERLAND

2.1. Definitie

Actief Biologisch Beheer, of biomanipulatie of "top-down" controle zoals de term in het buitenland wel genoemd wordt, is het planmatig en actief ingrijpen in de voedselketen in een water met als doel het verloop van een aantal processen in een door de beheerder gewenste richting te sturen (zie o.a. Shapiro, 1975). In de meeste gevallen (en ook in Nederland) is het doel een verbetering van de waterkwaliteit door terugdringing van de algenbiomassa middels vergroting van het bestand aan algenetend zoöplankton en herstel van de ondergedoken watervegetatie.

In Nederland, waar de techniek nu ongeveer 10 jaar bekend is, wordt Actief Biologisch Beheer sterk geassocieerd met drastische reducties van de visstand in onze verbrasmde wateren. Van origine is Actief Biologisch Beheer echter aanzienlijk breder (zie o.a. Shapiro, 1990) en omvat het tevens methoden zoals habitat ontwikkeling ("ecological engineering", zie o.a. Colt & White, 1991), het uitzetten van gewenste vissoorten etc.

2.2. Achtergrond

Tot een aantal jaren geleden werd algemeen aangenomen dat middels het terugdringen van de nutriëntenbelasting van onze geëutrofiëerde wateren de oude situatie met helder en plantenrijk water weer teruggebracht zou kunnen worden. In dit kader werden (en worden nu nog steeds) grote inspanningen verricht. Inmiddels is echter duidelijk geworden dat, hoewel deze maatregelen op zichzelf zeer nuttig en belangrijk zijn, hiermee alleen de oude situatie niet op korte termijn terugkeert. Zo had een vergaande verarming van delen van de Loosdrechtse Plassen, waar het zomergemiddelde totaal-P gehalte tot ± 0.07 mg/l werd teruggedrongen, geen enkel zichtbaar effect; het water bleef troebel, algenrijk en gedomineerd door witvissen.

De redenen voor dit uitblijven van herstel hangen samen met het feit dat de lange periode van eutrofiëring de Nederlandse wateren met een aantal vervelende erfenissen heeft opgezaaid. Enkele daarvan zijn:

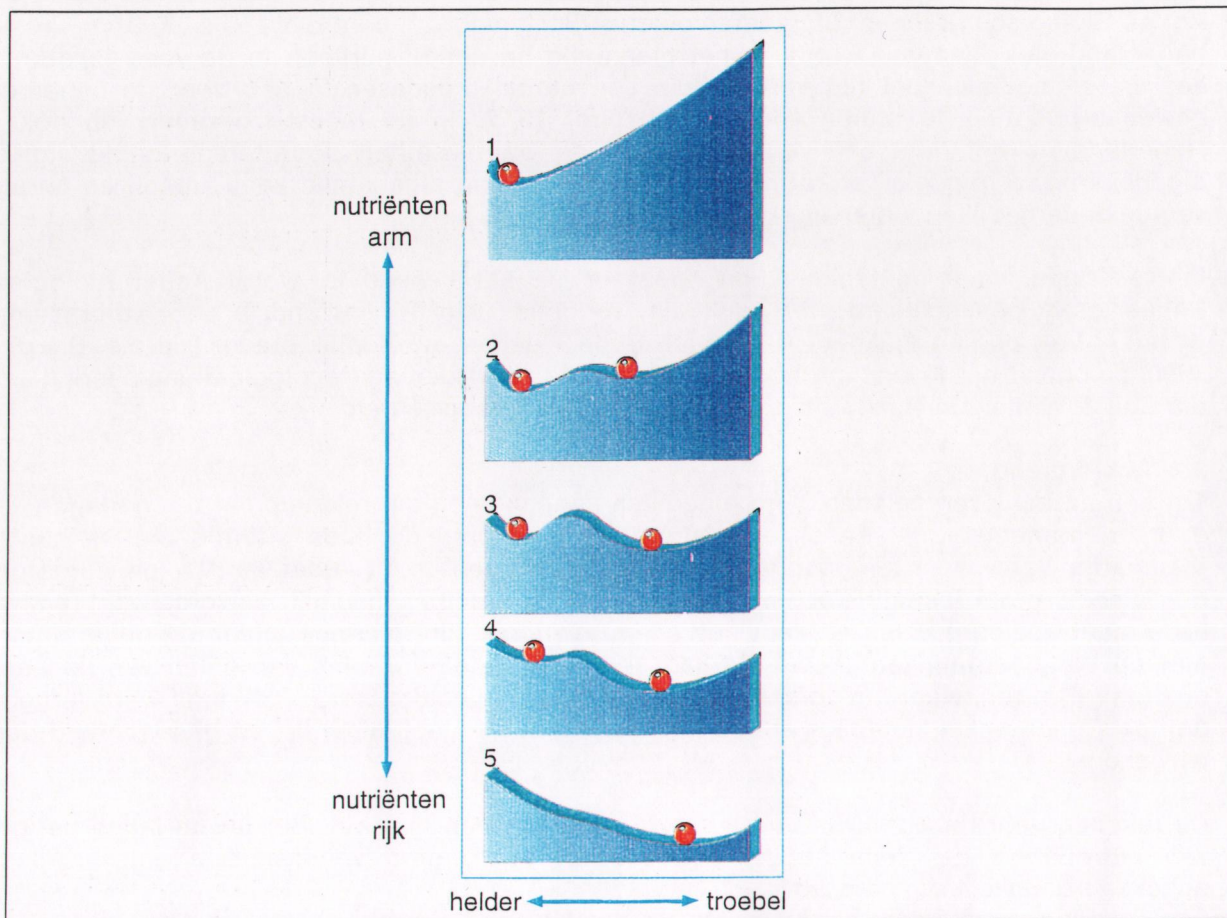
- de visstand wordt sterk gedomineerd door witvissen (met name brasem). Deze situatie is het gevolg van de lange periode met een hoge produktiviteit van het water (veel meststoffen), de afwezigheid van waterplanten en het ontbreken van de regulerende invloed van roofvissen. Ook het ontbreken van grootschalige professionele oogst van witvissen door beroepsvissers kan hebben bijgedragen. De witvissen houden het eigen favoriete milieu (troebel water zonder planten) in stand;
- de oevers zijn door het ontbreken van waterplanten en natuurlijke peilverschillen veelal sterk geërodeerd. De emergente vegetatie is achteruit gegaan;
- er zijn dikke lagen fijn en makkelijk opwervelbaar slib gevormd, welke het lichtklimaat negatief beïnvloeden en het herstel van de waterplanten in de weg staan. Door het ontbreken van een natuurlijk waterpeilverloop wordt dit slib niet (meer) vanuit de meren naar het land getransporteerd.

Gebleken is dat het nodig is om, naast het terugdringen van de nutriënten, deze erfenissen actief aan te pakken om de gewenste omslag naar helder plantenrijk te bewerkstelligen.

2.3. Stand van kennis

Het principe van ABB is gebaseerd op de constatering dat er binnen een traject van nutriëntengehaltes sprake is van twee alternatieve stabiele toestanden: een heldere plantenrijke en een troebele algenrijke (zie o.a. Scheffer, 1990; Scheffer et al., 1993; **afbeelding 2.1.**). Deze toestanden worden gekenmerkt door grote verschillen in de samenstelling van het voedselweb. Beide toestanden zijn stabiel en gaan niet zomaar over van de ene in de andere. ABB beoogt het systeem een duw in de richting van het heldere en plantenrijke evenwicht te geven.

Afbeelding 2.1. Weergave van het bestaan van alternatieve toestanden van helder en troebel water op een gradient van voedselarm naar voedselrijkwater (uit Hosper et al., 1992)



Een aantal belangrijke processen en relaties bij het ABB is gegeven in **afbeelding 2.2.** (uit Hosper et al., 1992). Uit deze afbeelding kunnen twee sporen afgeleid worden welke in het ABB van speciaal belang zijn:

- het visbiologische spoor;
- het waterplanten spoor.

Onderstaand wordt hier nader op ingegaan.

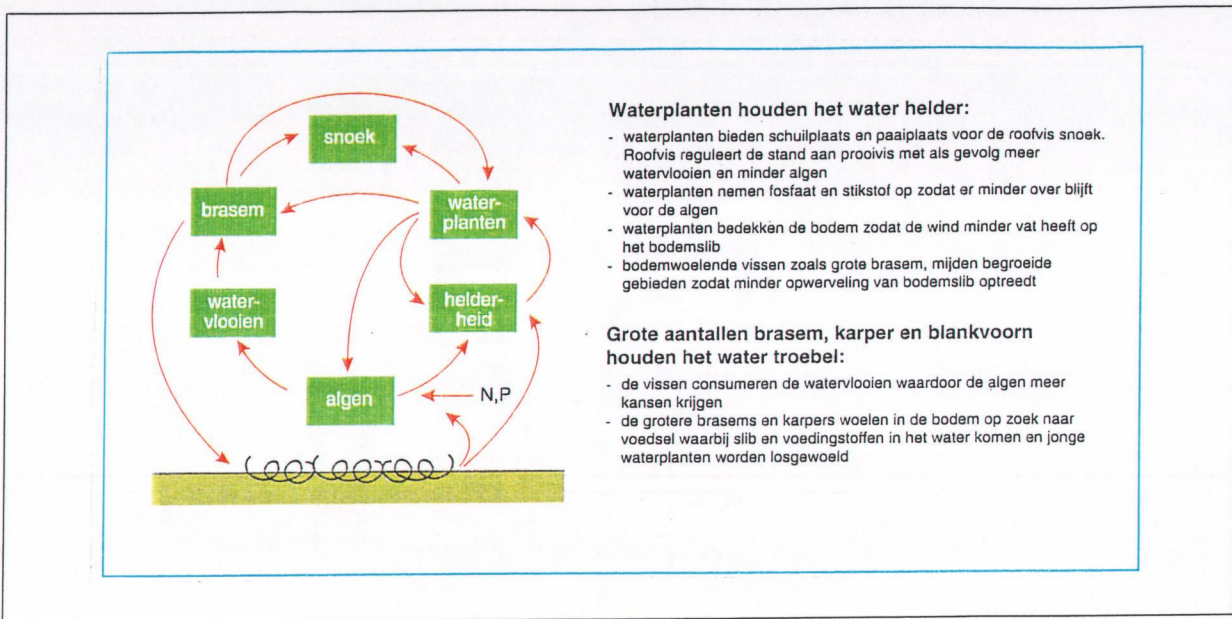
2.3.1. Het visbiologische spoor

Het visbiologische spoor is gebaseerd op het gegeven dat een goede roofvisstand bijdraagt aan de beperking van de stand aan watervlooienetende prooivissen. Hierdoor ontstaat er geen:

- overmatige consumptie van watervlooiën, waardoor deze de algen kunnen onderdrukken;
- overmaat aan bodemwoelende vissen.

Grimm et al. (1992) en Klinge et al. (1995) hebben dit spoor vervat in een conceptueel model. De essentie van dit model is weergegeven in **afbeelding 2.3.** De basis van het model wordt gevormd door een **balans** tussen de consumptie van roofvissen en de aanwas (productie) van prooivissen. Deze balans vormt de basis voor helder water. De productie van prooivissen wordt vooral bepaald door het **nutriëntengehalte**, in het model uitgedrukt als het zomerge-middelde totaal-P gehalte. De consumptie van roofvissen (in dit geval vooral snoek) is afhankelijk van de biomassa aan deze vissen, welke op haar beurt weer sterk afhankelijk is van de **inrichting** van het water met water- en oeverplanten.

Afbeelding 2.2. Weergave van een aantal sleutelprocessen welke bij ABB van groot belang zijn (uit Hosper et al., 1992)



Grimm (1994) geeft aan dat voor elke procent areaalbedekking met geschikte emergente vegetatie een snoekstand van 4-5 kg/ha verwacht mag worden. In aanwezigheid van veel submerse vegetatie bedraagt de snoekstand 7 kg/ha per procent areaalbedekking met emergenten.

Aan de hand van het model kunnen drie hoofdklassen van stagnante, P-gelimiteerde meren en plassen worden beschreven:

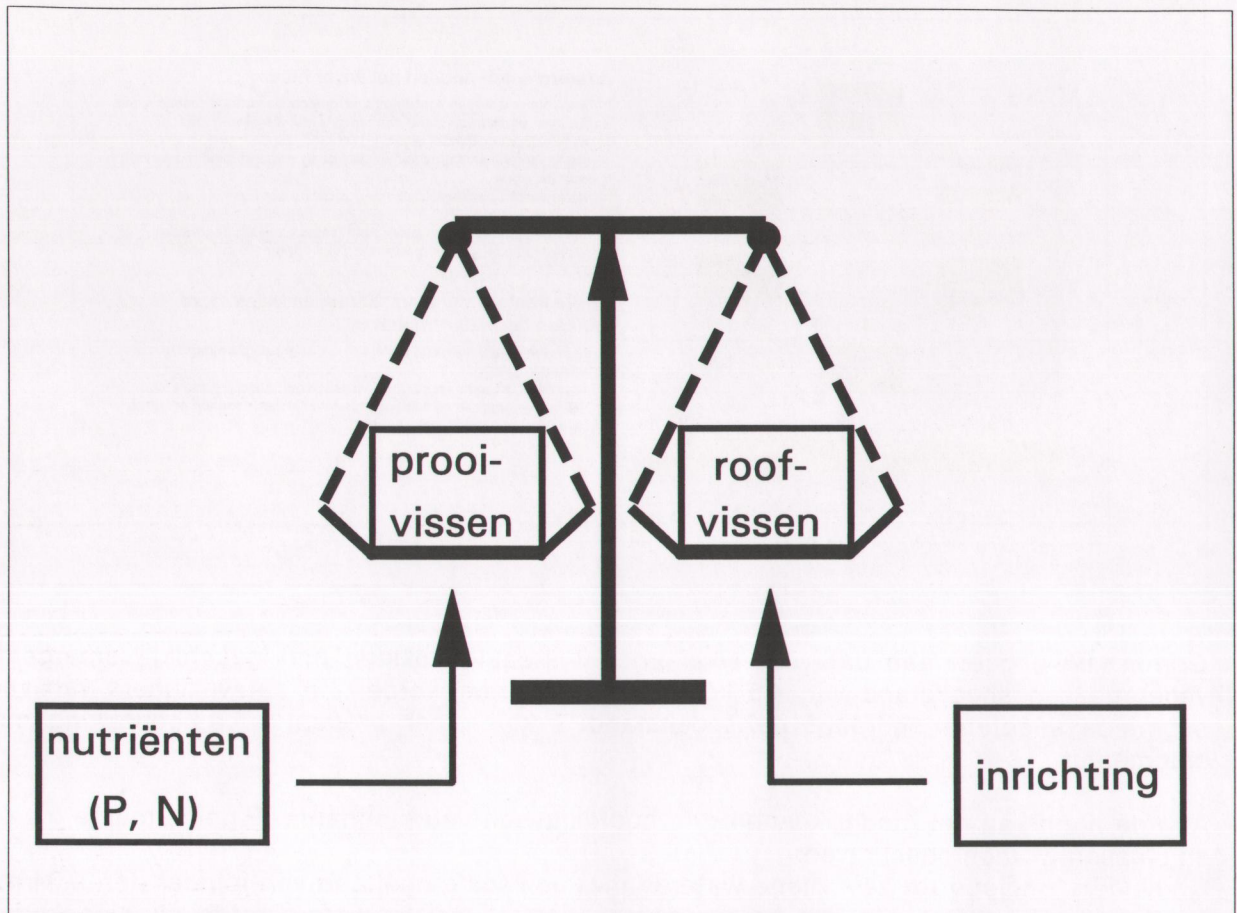
- I. heldere ondiepe tot zeer diepe wateren met een fosfaatgehalte van minder dan 0,04 mg P/l waarin, afhankelijk van het nutriëntengehalte, weinig waterplanten en algen voorkomen. De belangrijkste roofvis is baars;
- II. heldere of troebele wateren, afhankelijk van de morfometrie en de aanwezigheid van vegetatie. Snoek als de dominante roofvis in ondiepe wateren met veel emergente en submerse vegetatie. Totaal-P gehalte tussen 0,04 en 0,1 mg/l;
- III. troebele, door (blauw)algen gedomineerde wateren met een totaal-P gehalte >0,1 mg/l en waar geen vegetatie van betekenis aanwezig is. De belangrijkste roofvis is snoekbaars. De produktie van de visstand ligt echter boven de consumptie-mogelijkheden van deze soort.

Grafisch zijn deze drie klassen weergegeven in **afbeelding 2.4**. De in de afbeelding aangegeven omslagen hangen samen met het ontstaan van een overproduktie van prooivissen welke niet meer door de heersende roofvissoort kan worden geconsumeerd. Boven een gehalte van 0,1 mg/l verliest de roofvisstand in meren en plassen de controle over de planktivore visstand.

Conform het concept is het ecologisch herstel er op gericht de balans tussen prooivissen en roofvissen, welke in troebel water ernstig verstoord is, weer in evenwicht te brengen. De stuurknoppen welke hierbij gebruikt kunnen worden zijn:

- het nutriëntengehalte. Door dit te verlagen wordt de produktie aan prooivissen verlaagd;
- de inrichting van het water met water- en oeverplanten. Door dit te verbeteren wordt de draagkracht voor snoek vergroot;
- visstandbeheer. Door reductie van de aanwezige visstand wordt de balans in evenwicht geduwd.

Afbeelding 2.3. Vereenvoudigde weergave van het conceptuele model van Grimm et al. (1992) en Klinge et al. (1995)



Het waterplanten spoor

Het waterplanten spoor is gebaseerd op de waarneming dat ondergedoken waterplanten, mits over een voldoende groot areaal verspreid, de algenontwikkeling sterk kunnen remmen. Enerzijds kan dit veroorzaakt worden doordat de waterplanten stoffen uitscheiden welke de groei van algen remmen (allelopathie, zie o.a. Wium-Andersen et. al., 1982), anderzijds kunnen waterplanten veel nutriënten (stikstof en fosfor) uit het water opnemen, waardoor algen gelimiteerd worden (o.a. Ozimek et. al., 1990; Kufel & Ozimek, 1992).

Door te zorgen dat tenminste 40-50% van de bodem overgroeid is met waterplanten, wordt in de regel een nutriëntenlimitatie voor de groei van algen bereikt.

2.3.2. De verweving van de twee sporen

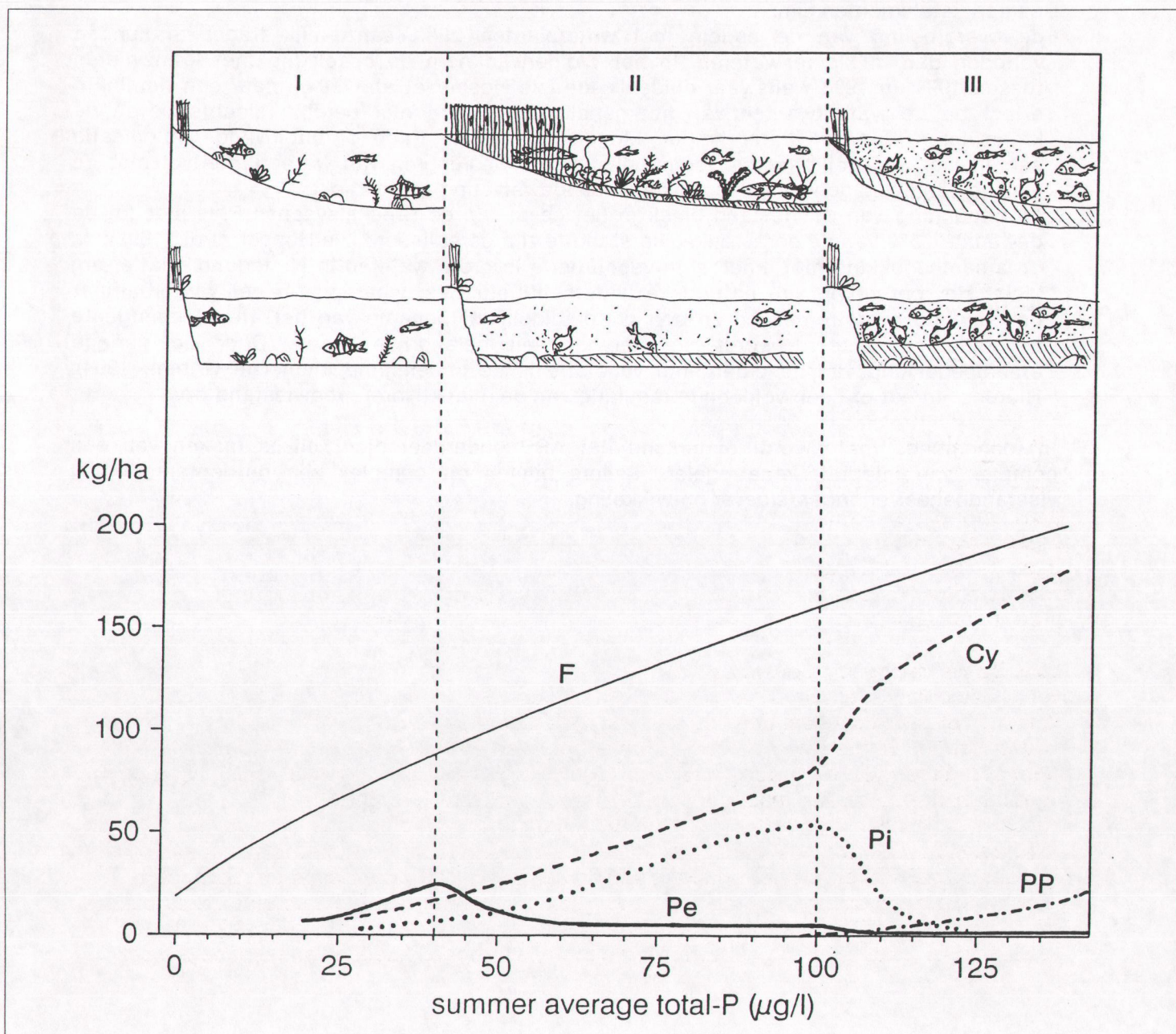
Het visbiologische spoor en het waterplantenspoor zijn in een helder en plantenrijk water sterk met elkaar verweven. Voorbeelden van deze verweving zijn:

- waterplanten vormen een belangrijk onderdeel van het leefgebied van de roofvis snoek. Het stimuleren van de waterplanten stimuleert derhalve tevens de snoekstand, hetgeen het ontstaan van de balans tussen prooivissen en roofvissen bevordert;
- het waterplantenspoor verlaagt de produktiviteit van de pelagische voedselketen (algen-zoöplankton-planktivore vis) door opname van nutriënten of allelopathische remming van algen. Ook dit bevordert het ontstaan van de balans tussen prooivissen en roofvissen;
- het waterplantenspoor beïnvloedt de soortensamenstelling van de visstand. Zo is bekend dat brasem, welke door z'n hoge rug snel onkwetsbaar voor predatie door roofvis is, plantenrijke wateren mijdt. Dit bevordert de regulatiemogelijkheden van de snoekstand.

Afbeelding 2.4. Weergave van het proces van voedselverrijking van ondiepe meren en plassen en het optreden van verschillende visgemeenschappen

- I. Oligotrofe/mesotrofe situatie. Heldere wateren met een (zomergemiddeld) totaal-P gehalte van minder dan 0,04 mg P/l waarin, afhankelijk van het nutriëntengehalte, weinig waterplanten en algen voorkomen. De belangrijkste roofvis is baars
- II. Eutrofe situatie. Heldere of troebele wateren, afhankelijk van de morfometrie en de aanwezigheid van vegetatie. Snoek als de dominante roofvis in heldere wateren met veel emergente en submerse vegetatie. Totaal-P gehalte tussen 0,04 en 0,1 mg/l
- III. Hypertrofe situatie. Troebele, door (blauw)algen gedomineerde wateren met een totaal-P gehalte >0,1 mg/l en waar geen vegetatie van betekenis aanwezig is. De belangrijkste roofvis is snoekbaars. De produktie van de visstand ligt echter boven de consumptiemogelijkheden van deze soort

F = totale visbiomassa volgens Hanson & Leggett (1982); Pe = biomassa piscivore baars; Pi = biomassa snoek; Cy = Biomassa karperachtigen; PP = Biomassa snoekbaars



Beide sporen worden beschouwd als buffermechanismen welke het systeem stabiliteit geven en voorkomen dat natuurlijke, seizoenmatige of meerjarige, fluctuaties in de roofvisstand of de areaalbedekking van de vegetatie leiden tot een omslag naar troebel water.

2.4. Ervaringen met abb in Nederland

Het succes van actief biologisch beheer in Nederland is tot op heden beperkt tot kleine wateren (<15 ha). Genoemd kunnen worden het Noorddiep, het plasje Zwemlust en de IJzeren Man bij Weert. Ongeacht de grondsoort van de bodem (zand, veen of klei) en ondanks hoge concentraties van voedingszouten (0,30-1,5 mg totaal P/l) werden deze troebele wateren omgevormd tot heldere, plantenrijke systemen. De wateren zijn voornamelijk helder via het "waterplantenspoor" (zie § 2.3.2.); van regulatie van de prooivisstand door roofvissen is in deze wateren geen sprake.

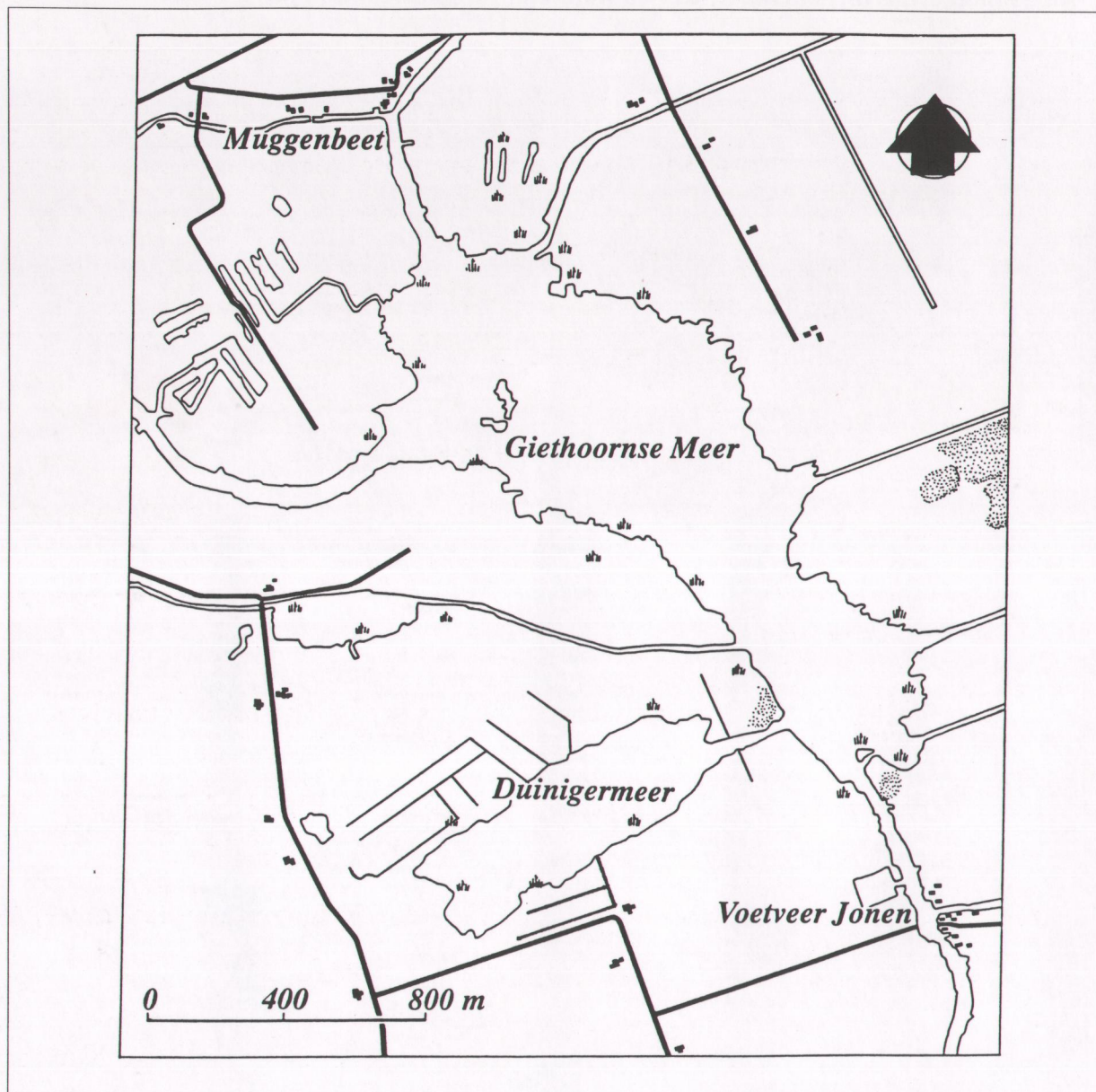
In grotere wateren is ABB tot nu toe minder succesvol. De belangrijkste voorbeelden zijn de Breukeleveense Plas (180 ha) en het Wolderwijd-Nulderneauw (2700 ha). Een complex van factoren is aangedragen als oorzaak van het uitblijven van succes.

Belangrijke elementen zijn:

- de overgroeiing van de bodem met waterplanten blijkt aanzienlijk trager te kunnen verlopen dan in kleine wateren. In het Wolderwijd nam de bedekking met kranswieren tussen 1991 en 1993 weliswaar duidelijk toe (zie Hosper et al., 1994), maar een dominant effect op de waterkwaliteit van het gehele meer werd niet bereikt; slechts boven de kranswieren was het water helder. Mogelijk hangt de trage of uitblijvende kolonisatie samen met een gelimiteerde verspreiding van zaden/sporen van waterplanten of met de invloed van (wind)golven welke erosie en slibopwerveling veroorzaakt;
- de uitdunning van de visstand bleek in het geval van de Breukeleveense Plas niet tot de gewenste 75% van de oorspronkelijke stand te zijn gerealiseerd (zie Hosper et al., 1992);
- de areaalbedekking met emergente vegetatie is in grote wateren in Nederland relatief erg klein. Het ontbreken van natuurlijke waterpeilfluctuaties, waardoor in het winterhalfjaar oeverlanden overstromen en zo een grote (tijdelijke) toename van het areaal emergente vegetatie gerealiseerd wordt, is hiervoor een belangrijke reden. Door de geringe areaalbedekking van de emergente vegetatie is de snoekstand klein (zie Grimm, 1994). Hierdoor treedt er geen voldoende regulatie van de (planktivore) prooivisstand op.

In toenemende mate wordt onderkend dat ABB onderdeel dient uit te maken van een complex van integrale maatregelen. Peilers binnen dit complex zijn nutriëntenreductie, visstandbeheer en moeras/oever ontwikkeling.

Afbeelding 3.2. Kaartje van de ligging van het Duinigermeer in Noordwest-Overijssel



Het Duinigermeer is gelegen in het midden van de boezem van Noordwest-Overijssel, aan het Giethoornse Meer (afbeelding 3.1. en 3.2.). Het meer is waarschijnlijk ontstaan tijdens een grote overstroming in 1170, waarbij de Zuiderzee diep in Noordwest-Overijssel doordrong. Het meer is gemiddeld ± 1 meter diep en heeft een oppervlak van 30 hectare, waarvan 28 hectare open water en 2 hectare aan het meer grenzende sloten. Het staat via een smalle doorgang in open verbinding met het Giethoornse Meer. Het meer is in eigendom bij de Vereniging Natuurmonumenten en is niet toegankelijk voor publiek.

Het water in het meer zijgt weg naar de omliggende polders met een snelheid van $\pm 1,5$ mm/dag en wordt aangevuld vanuit de omringende oeverlanden en vanuit het Giethoornse Meer. Andere wateruitwisseling komt voort uit door windgeïnduceerde peilverschillen tussen het Duinigermeer en de boezem. De kwaliteit van het water is, in vergelijking met andere delen van de boezem, relatief goed. Het (zomergemiddelde) totaal-P gehalte schommelt rond 0,1 mg/l en het chlorofyl-a gehalte tussen 25 en 50 $\mu\text{g/l}$. De relatief geïsoleerde ligging ten opzichte van de boezem speelt hierbij een rol.

De bodem van het meer bestaat grotendeels uit een dikke laag (veen)modder. Op enkele plaatsen bestaat de bodem uit hard veen. Bij de doorgang aan de oostzijde komt een harde zandlaag aan het oppervlak die doorloopt in het Giethoornse Meer. Aan de westzijde bevindt zich een verlandingszone.

Tot het begin van de jaren '70 was het meer helder en had het een ondergedoken watervegetatie van voornamelijk kranswieren en krabbescheer (Wirdum, 1979; Berkum et al., 1995). Daarna werd het meer troebel en verdween de vegetatie. Aan deze omslag ging een proces vooraf van voedselverrijking door een toenemende invloed van boezemwater. Dit proces begon waarschijnlijk rond 1940, na de aanleg van de Noordoostpolder en waterpeilverlaging in de boezem.

3.2. Opzet en uitvoering van het experiment

3.2.1. Opzet

De oorspronkelijke opzet van het experiment in het Duinigermeer is weergegeven in het "Plan van Aanpak Actief Biologisch Beheer in Noordwest-Overijssel" (Van Berkum et al., 1992). De verschillende activiteiten in dit plan zijn:

Vooronderzoek

- visstandopname ter vaststelling van targets voor de reductievisserij;
- bevisbaarheid vaststellen;
- vaststellen morfometrie van het meer (afmetingen, diepteverloop, oevertaluds, dikte sliblaag etc.).

Het betreft onderdelen welke niet in het reguliere monitoringprogramma van het Zuivering-schap aanwezig zijn.

Uitvoering visstandkundige maatregelen

- visdichte afsluiting van de doorgang tussen het Duinigermeer en het Giethoornse Meer;
- uitdunning van de visstand tot <30% van het oorspronkelijke niveau;
- eventuele additionele uitdunningen in volgende jaren;
- bevorderen snoekstand. Hiervoor is met name een verbetering van de areaalbedekking met emergente vegetatie noodzakelijk. Deze bedraagt momenteel 1-2%, terwijl 10-15% gewenst is (zie Grimm, 1992). De volgende mogelijkheden zijn hiervoor genoemd:
 - . aanplanten emergente vegetatie;
 - . aanleggen vooroeververdediging ter stimulatie van de uitbreiding van bestaande vegetatiegordels;
 - . opentrekken en verbreden van aan het meer grenzende sloten.

Een andere mogelijkheid voor bevordering van de snoekstand, welke niet in de oorspronkelijke opzet was opgenomen, is de aanleg van een kunstmatig moerasgebied in de oeverzone van het meer. Hierop wordt in hoofdstuk 6 teruggekomen.

Monitoring

Het effect van de verschillende visstandkundige maatregelen wordt middels een uitgebreid monitoringprogramma door het ZWO gevolgd. Hierbij wordt zowel in het Duinigermeer als in referentiewateren, waarin geen maatregelen genomen worden, onderzoek gedaan. Het betreft monitoring van zowel fysisch-chemische als biologische gegevens (fyto- en zoöplankton, vis, vegetatie).

Als referentiewateren zijn gekozen de Oostelijke Belterwijde en de Schutsloterwijde. In **bijlage I** wordt een korte beschrijving van deze meren gegeven.

Additioneel onderzoek

Een aantal facetten van het experiment dient apart onderzocht te worden. Het betreft:

- evaluatie van de werking van de viswering;
- ontwikkeling van de snoekstand;
- onderzoek naar de effecten van wind op het meer;
- onderzoek naar de nutriëntenhuishouding.

3.2.2. Uitvoering

3.2.2.1. Vooronderzoek

In de zomer van 1992 is de visstand in het Duinigermeer bemonsterd en is een schatting gemaakt van het aanwezige visbestand (soortensamenstelling, lengtesamenstelling en biomassa in kg/ha). Deze bemonstering had tot doel de targets van de reductievisserij vast te stellen. Tijdens deze bemonstering is tevens gekeken naar het voorkomen van aasgarnaal (*Neomysis* sp.) en glaskreeftje (*Leptodora kindtii*), vanwege hun potentieel negatieve invloed op het algenfilterend zoöplankton. De opzet en resultaten van de bemonstering zijn beschreven in Backx & Klinge (1992).

3.2.2.2. Visstandkundige maatregelen

Visdichte afsluiting

Voor aanvang van de uitdunning van de visstand is het Duinigermeer visdicht afgesloten van het Giethoornse Meer. Vanwege het feit dat:

- de oeverlanden van het Duinigermeer (weilanden, rietlanden) over water bereikbaar moeten zijn;
- bij opschaling rekening gehouden moet worden met de aanwezigheid van veel boten.

Dit diende te gebeuren met een constructie welke passage van boten mogelijk laat. Een dergelijke constructie moest in het kader van het project ontwikkeld te worden. Hiertoe is allereerst een vooronderzoek in de vorm van een literatuurstudie verricht. De resultaten van dit onderzoek, dat in het voorjaar van 1992 is uitgevoerd, zijn vastgelegd in het rapport "Integrale eutrofiëringsbestrijding in Noordwest-Overijssel. Naar de keuze van een door boten passeerbare viswering" (Grimm & Klinge, 1992).

Op basis van dit rapport is gekozen voor het ontwerp van de borstel. Dit ontwerp is weergegeven in **afbeelding 3.3. en 3.4.** Het bestaat uit een combinatie van een visuele barrière in de vorm van een grote kunststof borstel en een voelbare barrière in de vorm van een elektrisch veld.

Voor een uitgebreide beschrijving van de viswerende constructie wordt verwezen naar Klinge & Kampen (1995b). Onderstaand wordt een korte uiteenzetting van de belangrijkste onderdelen gegeven.

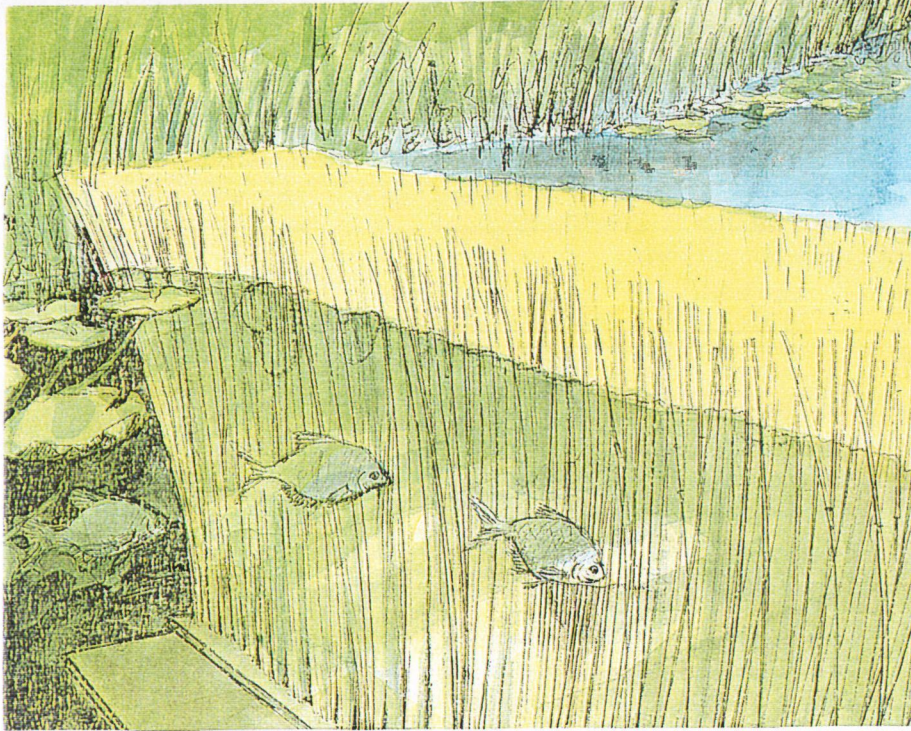
Visuele barrière

De visuele barrière bestaat uit een grote kunststof borstel welke met de rug op de bodem van het water gemonteerd is (zie afbeelding 3.4.), waarbij de haren de gehele waterkolom beslaan en tot boven het wateroppervlak komen. Boten kunnen de borstel passeren door de haren opzij te duwen. Hierbij dient een eventuele schroef buiten werking gesteld te zijn.

De borstel is geplaatst in de doorgang tussen het Giethoornse meer en het Duinigermeer. Deze doorgang, welke een breedte van \pm 45 m heeft, is met een houten damwand versmald tot een breedte van 6 meter. In deze doorvaartopening is de borstel aangebracht. Aan beide zijden van de damwand is een remmingswerk aangebracht teneinde de doorvaart te vergemakkelijken en beschadiging van boten en de constructie te voorkomen.

Voor de borstel is aan de damwand een metalen klep aangebracht welke op de bodem scharniert en met een handlier omhoog gedraaid kan worden. De klep bestaat uit een metalen buizenframe waarop een stalen rooster gemonteerd is voor de waterdoorlaat. Met de klep, welke normaal op de bodem ligt, kan de gehele doorgang afgesloten worden. De klep dient ter afsluiting van de doorgang tijdens werkzaamheden aan de borstel (plaatsing, onderhoud) en bij storingen of calamiteiten. Tevens is de klep gebruikt tijdens het eerste deel van de reductievisserij, toen de viswering nog niet klaar was.

Afbeelding 3.3. Overzicht van de viswerende constructie met flexibele borstels

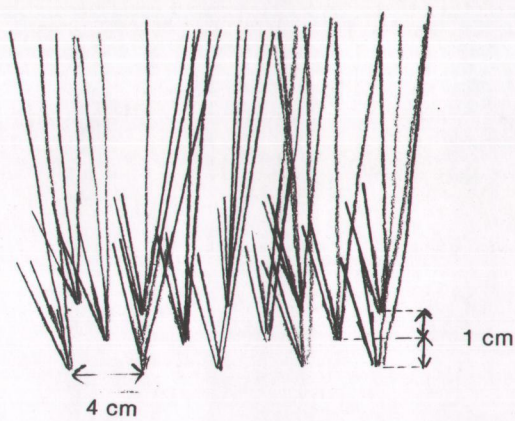


Afbeelding 3.4. Overzicht van de viswerende constructie met flexibele borstels

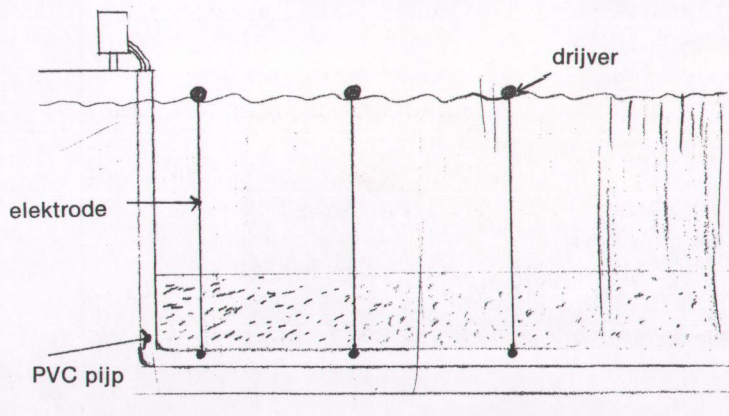
Bovenaanzicht opbouw viswerende borstel
(schaal 1:50)



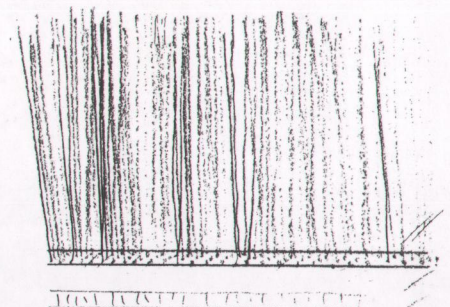
detail borstelplaat
(niet op schaal)



detail elektroden
(niet op schaal)



detail borstelstrip
(niet op schaal)



Elektrisch veld

In de borstel zijn dertig elektrodes met een onderlinge afstand van 20 cm aangebracht (zie afbeelding 3.4.).

De elektrodes bestaan uit soepele, geslagen roestvrijstalen draden van 3 mm dik.

Aan één uiteinde is een drijver bevestigd waardoor de draden de gehele waterkolom beslaan. De draden komen op de bodem samen in een PVC buis welke op de bodemplaat van de borstel gemonteerd is en lopen naar een verdeelkast op de damwand en vervolgens naar een schakel- en verdeelinrichting welke op de oever is geplaatst. Via deze kast is op de elektroden in de doorgang een kathodische (-) gelijkspanning (0-60 Volt) aangebracht, welke tevens gepulseerd kan worden (blokspanning 1-10 Hz). Als anode fungeerde aanvankelijk een roestvrijstalen draad, maar vanwege problemen is deze al snel vervangen door een ijzer-silicium staaf. De anode is in een naast de damwand gelegen sloot op een afstand van \pm 20 meter van de doorgang aangebracht. De sloot is leeggevist en afgezet met een keurnet teneinde te voorkomen dat vissen door de anode aangetrokken en verdoofd kunnen worden. De stroomvoorziening van de installatie is verzorgd via een in de grond aangebrachte kabel vanaf het dichtstbijzijnde punt waar elektriciteit voorhanden is. Dit punt is gelegen aan de openbare weg, op een afstand van 950 meter van de schakelkast.

Ten behoeve van de veiligheid wordt het elektrische veld bij bootpassage uitgeschakeld. Hiertoe zijn op het remmingswerk aan weerszijden van de doorgang drukknopkastjes aangebracht. Passanten worden er via een instructiebord op gewezen dat zij voor passage op een knop op het kastje dienen te drukken waarna het elektrische veld tijdelijk uitvalt. Deze tijd is instelbaar tot 10 minuten.

Vangkamer

Aan de zijde van het Duinigermeer is rondom het remmingswerk een zogenaamde vangkamer aangebracht, teneinde te voorkomen dat vissen die de borstel gepasseerd hebben naar het Duinigermeer kunnen zwemmen. De zijanten van de kamer bestaan uit waterdoorlatend doek (geotextiel). De achterzijde (parallel aan de borstel) is gemaakt van keurnet met een maaswijdte van 14 mm hele maas. Dit net is aan de bovenzijde voorzien van drijvers die het net boven de waterlijn houden en waarover boten kunnen varen. De onderzijde van het doek is verzwaard met stenen, de onderzijde van het net is verzwaard met een loodveter.

In de vangkamer zijn twee aalfuiken geplaatst. Deze fuiken hebben een maaswijdte in de kub van 12 mm hele maas, zodat vissen vanaf een lengte van 4-5 cm gevangen worden. In **afbeelding 3.5.** is een schets van de vangopstelling gegeven. Om beschadiging door boten te voorkomen zijn de fuiken achter het remmingswerk geplaatst. Ze vormen een onderdeel van de evaluatie van de werking van de viswering (zie § 3.2.2.4.).

Passage (glas)aal

Voor de passage van (glas)aal zijn aparte voorzieningen aangebracht. Het betreft zogenaamde kruipgoten gemaakt van een buis van PVC waarin een borstel (type draadwisser) is aangebracht (zie **afbeelding 3.6.**). In totaal zijn vier passages in de damwand aangebracht.

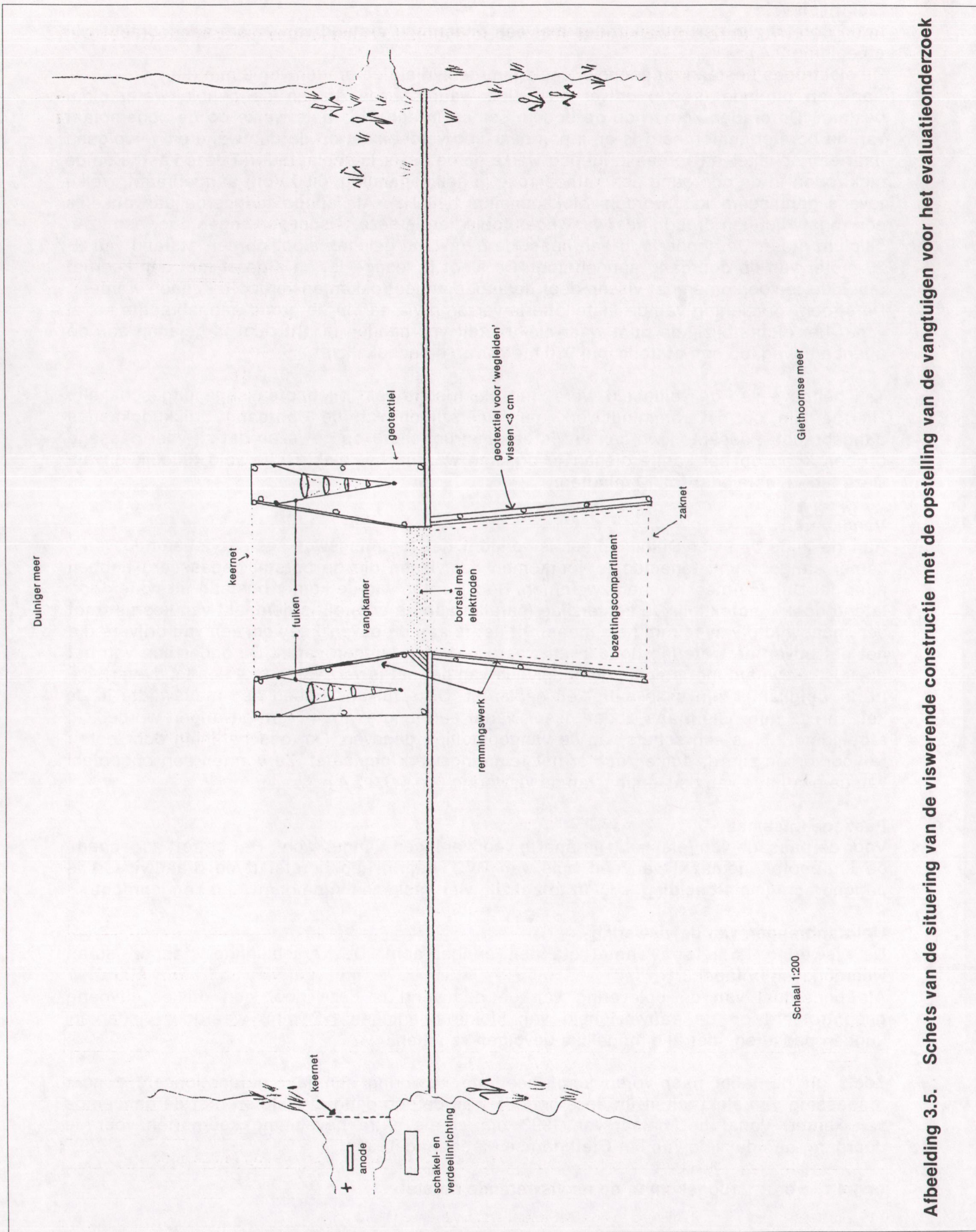
Het aanbrengen van de viswering

De viswering is in een aantal stappen aangebracht. De verschillende stappen staan weergegeven in tabel 3.1.

Als onderdeel van de oplevering van de damwand is deze door een duiker uitvoerig gecontroleerd op de aanwezigheid van kleine openingen (>2 mm) waardoor vis(larven) kunnen passeren, met alle mogelijke gevolgen van dien.

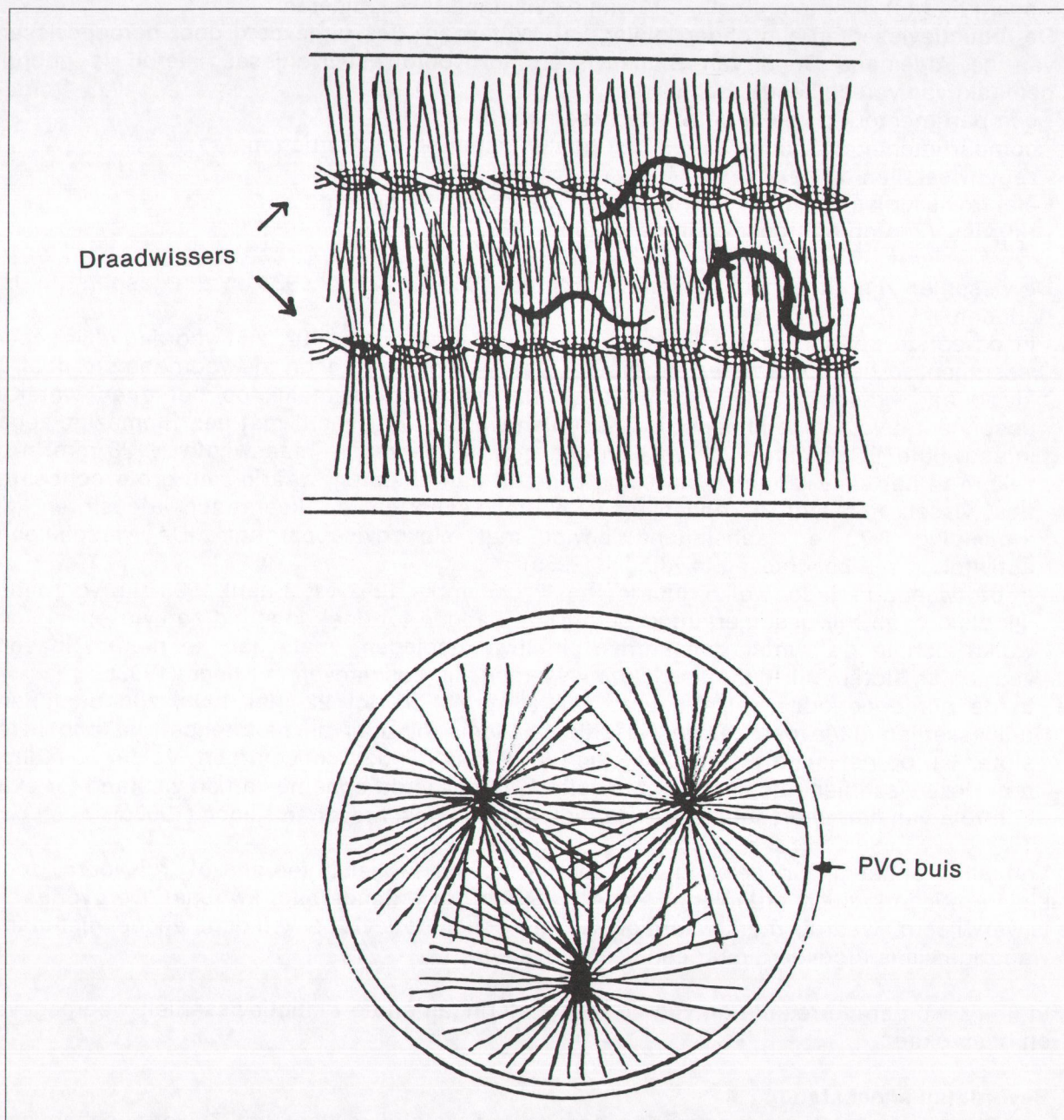
Zoals uit de tabel naar voren komt heeft de viswering een jaar gefunctioneerd zonder toepassing van elektriciteit. In deze periode was de doorgang afgesloten met de genoemde vangkamer. Vanaf het najaar van 1993 zijn er als extra beveiliging keurnetten voor de doorgang aan de zijde van het Giethoornse Meer aangebracht.

In § 4.1. wordt teruggekomen op de viswerende borstel.



Afbeelding 3.5. Schets van de situering van de viswerende constructie met de opstelling van de vangtuigen voor het evaluatieonderzoek

Afbeelding 3.6. Schematische weergave van de gebruikte aalpassages (naar Mitchell, 1990)



Tabel 3.1. Tijdschema van de verschillende stappen waarin de viswering tot stand is gekomen

datum	onderdeel
11 december 1992	oplevering damwand met klep
7 mei 1993	oplevering vangkamer + remmingswerk
11 juni 1993	plaatsing borstel
1 mei 1994	gereedkoming elektrische deel van de viswering, inschakeling van de stroom
4 mei 1994	door defect aan anode stroom uitgeschakeld
15 juni 1994	nieuwe anode geplaatst, stroom ingeschakeld

Reductie van de visstand

Na de visdichte afsluiting van de doorgang tussen het Duinigermeer en het Giethoornse Meer is er in het Duinigermeer een intensieve reductievisserij uitgevoerd. Deze reductievisserij had tot doel ten minste 75% van de visstand te verwijderen.

De reductievisserijen zijn onder leiding van Witteveen+Bos uitgevoerd door beroepsvisseren van de Algemene Bond van Binnenvissers in Noordwest-Overijssel. Hierbij is gebruik gemaakt van verschillende technieken:

- compartimentering van het meer met keurnetten;
- compartimentering van de sloten met houten schotten en keurnetten;
- zegenvisserijen op het meer;
- elektrovisserijen in de oeverzone van het meer en in de sloten;
- fuikvisserijen op het meer en in de sloten.

De visserijen zijn uitgevoerd tussen 7 december 1992 en 22 mei 1993 en zijn gesplitst in drie perioden:

- in de eerste periode, welke duurde van 7 tot 17 december 1992, zijn voornamelijk zegenvisserijen op het open water uitgevoerd. Deze visserijen hadden als voornaamste doel de stand aan brasem >15-25 cm, welke in de winter voornamelijk op het open water is geconcentreerd, uit te dunnen. De visserijen werden uitgevoerd met een fijnmazige zegen (maaswijdte \pm 10 mm in de zak) en een grofmazige zegen (maaswijdte \pm 28 mm in de zak). Aan het eind van deze bevissing zijn een aantal sloten, waarin zich grote concentraties vissen <15 cm bevonden, met houten schotten en keurnetten afgesloten (zie **afbeelding 3.7.**) en aansluitend bevestigd met elektrovisapparatuur. De verschillende activiteiten zijn beschreven in Klinge (1993a);
- in de tweede periode, welke duurde van 17 december 1992 tot 3 april 1993 zijn voornamelijk elektro- en fuikvisserijen uitgevoerd. Deze hadden tot doel de stand aan vissen <15 cm, welke zich in de winter concentreert in luwe gebieden, zoals aan de meren liggende vaarten en sloten, uit te dunnen. Deze visserijen zijn beschreven in Klinge (1993b);
- in de derde periode, welke duurde van 3 april 1993 tot 22 mei 1993, zijn uitsluitend fuikvisserijen uitgevoerd. Deze visserijen hadden tot doel de resterende visstand in de sloten en op het open water, welke zich in de paaiperiode concentreert, verder te reduceren. Deze visserijen, alsmede de aansluitend uitgevoerde opname van de visstand ter extra controle van het eindresultaat van de reductie, zijn beschreven in Klinge (1993c).

Van alle vangsten zijn de volgende soorten zoveel mogelijk teruggezet: ruisvoorn, zeelt, kleine modderkruiper, bittervoorn, snoek < 35 cm, rivierdonderpad, kwabaal. De overige vis is verwijderd, waarbij marktwaardige vis als consumptievis is verkocht en de niet-marktwaardige vis is afgevoerd naar een destructiebedrijf.

In § 4.2. worden de resultaten van de bemonsteringen en de reductievisserijen weergegeven en besproken.

Bevorderen snoekstand

Aan de maatregelen ter bevordering van de snoekstand is door het Zuiveringschap geen prioriteit toegekend. Redenen hiervoor waren:

- het beheer van de watergangen is in handen van andere instanties (o.a. Waterschap, Natuurmonumenten);
- de maatregelen, zoals rietaanplant, aanleg van een vooroever en dergelijke hebben pas op wat langere termijn (veelal enkele jaren) effect;
- het beschikbare budget was niet toereikend, met name omdat de viswering duurder bleek dan begroot.

Besloten werd eerst de reactie van het meer op de uitdunning van de visstand af te wachten. Pas wanneer deze reactie positief zou uitvallen, in de vorm van helder water en de terugkeer van ondergedoken waterplanten, zou een vergroting van de draagkracht van het water voor snoek, ter versteviging van de stabiliteit van de nieuwe situatie, zin hebben.

Afbeelding 3.7. Afsluiting van een aan het Duinigermeer grenzende sloot



Gedurende de uitvoering van de reductievisserijen zijn wel reeds de nodige voorbereidingen voor een aantal maatregelen getroffen. Het betreft:

- het verbreden en opentrekken van een aantal aan het meer grenzende sloten. Vele sloten zijn sterk verondiept en verland, waardoor deze minder geschikt zijn als paai- en opgroei-gebied voor snoek (zie Grimm, 1992);
- het implementeren van een ander schoningsregime. Bij de gebruikelijke najaarsschoning wordt vrijwel alle emergente vegetatie, welke essentieel is voor snoek, verwijderd. Bekeken is of er een systeem van eenzijdige, jaarlijks alternerende schoningen ingevoerd kan worden;
- het verkrijgen van een aan het meer grenzend stuk weiland van 3-5 ha dat ingericht kan worden als paai- en opgroei-gebied voor snoek.

In hoofdstuk 6 (aanbevelingen) wordt hier nader op teruggekomen.

3.2.2.3. Monitoring

De ontwikkelingen in het Duinigermeer voor en na de beheersmaatregelen zijn middels een uitgebreide monitoring in kaart gebracht en vergeleken met de ontwikkelingen in de referentiewateren. Het betreft de volgende onderzoeken:

	Duinigermeer	Referentiewateren
Fysisch-chemische parameters	'91 t/m '94	'91 t/m '94
Fytoplankton	'91 t/m '94	'91 t/m '94
Vegetatie	'91 t/m '94	-
Zoöplankton	'92, '93, '94	'91, '92, '93
Vis	'92, '93, '94	'93, '94

Het onderzoek van de visstand is uitgevoerd door Witteveen+Bos. Het overige onderzoek is uitgevoerd door het Zuiveringschap. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de monitoring weergegeven.

3.2.2.4. Additioneel onderzoek

Naast de monitoring van de ontwikkelingen hebben er nog enkele aparte onderzoeken van specifieke aspecten van het project plaatsgevonden. Het betreft:

- een onderzoek naar de effectiviteit van de viswering;
- een onderzoek naar de ontwikkeling van de snoekstand;
- een onderzoek naar de invloed van windwerking op de sliblaag.

Onderstaand worden deze nader beschreven. Het in § 3.2.1. genoemde onderzoek naar de nutriëntenhuishouding in het meer is slechts ten dele uitgevoerd en wordt hier verder niet besproken.

Evaluatie werking viswering

In 1994 heeft er een onderzoek naar de werking van de viswering plaatsgevonden. Dit onderzoek is beschreven in Klinge & Kampen (1995b). Het evaluatieonderzoek bestond uit drie delen:

1. metingen aan het elektrisch veld;
2. een langdurige monitoring van de intrek van vis vanuit het Giethoornse Meer onder natuurlijke omstandigheden;
3. een kortdurend evaluatieonderzoek met geselecteerde vissen.

Ad 1

Bij de metingen aan het elektrisch veld werd met een voltmeter de veldsterke (in mV/cm) op verschillende afstanden van de borstel-elektrodes en op verschillende waterdieptes bepaald.

Ad 2

Bij de langdurige monitoring werden twee aalfuiken in de vangkamer aan de zijde van het Duinigermeer geplaatst (zie afbeelding 3.5.). Vissen die de wering passeerden en in de vangkamer terecht kwamen, werden met deze fuiken gevangen. De fuiken werden periodiek geleegd en geschoond door de beroepsvisser van het Giethoornse Meer, J. Piek. Het onderzoek duurde van mei tot december 1994.

Ad 3

Bij de kortdurende evaluatie werden aan de zijde van het Giethoornse Meer vissen in een zakvorming net gebracht. Deze vissen konden dit net alleen via de viswering verlaten. De volgende dag werd gekeken hoeveel vissen uit het net verdwenen waren (en de wering hadden gepasseerd). Dit onderzoek is in mei en juni 1994 gedurende 6 dagen uitgevoerd bij verschillende voltages van het elektrisch veld. De volgende vissoorten werden voor de evaluatie gebruikt: brasem, blankvoorn, kolblei, ruisvoorn, baars en snoekbaars.

In § 4.1. worden de resultaten van het evaluatieonderzoek gepresenteerd.

Bemonstering snoekstand

Juli 1994 heeft er een bemonstering van de snoekstand plaatsgevonden. Deze bemonstering is beschreven in Klinge & Kampen (1995a). De bemonstering had tot doel de ontwikkeling van de snoekstand, in het bijzonder het gebruik van de verschillende typen vegetatie (emers, submers, drijfblad) door 0+ snoek, te onderzoeken.

Bij de bemonstering werd een aantal stukken oever, sloten en velden vegetatie op het open water geselecteerd en werd de vegetatie beschreven. Deze gebieden werden met keurnetten afgezet en vervolgens bevestigd met elektrovisapparatuur, kieuwnetten en/of fuiken.

In § 4.3. wordt nader ingegaan op de resultaten van deze bemonstering.

Onderzoek lichtklimaat

In 1992 heeft er een onderzoek plaatsgevonden naar het lichtklimaat in het Duinigermeer en de referentiewateren. Dit onderzoek is uitgevoerd door de Vakgroep Natuurbeheer van de Landbouw Universiteit Wageningen en beschreven in Van Duin (1993). Het onderzoek had tot doel een inschatting te maken van de bijdrage van de diverse in de waterfase aanwezige componenten aan de uitdoving van licht in water. Speciale aandacht is hierbij besteed aan de invloed van opwerveling van bodemmateriaal.

Bij het onderzoek zijn gedurende de eerste helft van 1992 wekelijks op twee plaatsen in het Duinigermeer en in de referentiewateren monsters genomen waarbij de gehalten van de verschillende componenten (chlorofyl-a, detritus, minerale stof) bepaald zijn. Met behulp van deze gegevens en met behulp van beschikbare gegevens van andere jaren is vervolgens een inschatting gemaakt van de bijdrage van de diverse componenten aan de uitdoving van het licht in het water.

In hoofdstuk 5 (discussie) wordt ingegaan op de resultaten van dit onderzoek.

3.2.2.5. Projectteam, tijdschema

De personen welke direct bij de uitvoering en begeleiding van het project betrokken zijn geweest worden genoemd in tabel 3.2.

4. RESULTATEN

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste resultaten van de verschillende maatregelen, de monitoring van de effecten en de overige onderzoeken gepresenteerd. Begonnen wordt met de presentatie van de genomen visstandkundige maatregelen, te weten de visdichte afsluiting en de reductie van de visstand. Vervolgens worden de ontwikkelingen van het Duinigermeer voor en na de reductie van de visstand en de ontwikkelingen in de referentiewateren weergegeven en toegelicht.

4.1. De visdichte afsluiting van het meer

Een uitgebreide beschrijving en bespreking van de resultaten wordt gegeven in Klinge & Kampen (1995^b). Onderstaand worden de belangrijkste resultaten weergegeven.

4.1.1. Algemene waarnemingen

De borstel wordt vrij gemakkelijk gepasseerd door boten. Aanvankelijk waren er enige problemen met de passeerbaarheid, maar deze werden niet veroorzaakt door de borstel maar door de slechte passeerbaarheid van de vangkamer. De achterzijde van de kamer bleek dermate strak opgehangen dat dit veel weerstand voor passerende boten opleverde. Dit is opgelost door meer ruimte in de achterzijde van de kamer aan te brengen.

De borstel is na ruim anderhalf jaar nog steeds in goede conditie. Enkele keren is het nodig gebleken ingesloten bagger en plantenresten te verwijderen. Dit werd gerealiseerd middels het opwekken van een sterke stroming met een buitenboordmotor.

Van de aangebrachte elektroden (30 stuks) is inmiddels ongeveer de helft verdwenen. De voornaamste oorzaak is dat sommige boten met ingeschakelde aandrijving de borstel passeren waardoor de RVS draad in de schroef vastraakt en afbreekt. Ook de aan het uiteinde van de draden bevestigde drijver kan achter een roer of motor blijven hangen waardoor de draad afbreekt. Het ontbreken van elektroden lijkt zichtbaar in het elektrisch veld (zie § 4.1.2.).

Bij een sterke stroming (bijvoorbeeld door zuiging van boten in de vaargeul van het Giethoornse meer of door op- en afwaaiing) gaat de borstel schuin staan waardoor de bovenzijde enkele centimeters onder het wateroppervlak verdwijnt. De elektroden blijven wel tot aan het oppervlak staan.

4.1.2. Elektrisch veld

De resultaten van de metingen aan het elektrisch veld worden weergegeven in **afbeelding 4.1**. Tijdens de metingen bleek de veldsterkte niet met de waterdiepte te variëren. Daarom

wordt in de figuren geen verloop van de veldsterkte in de diepte weergegeven.

Uit de afbeelding komt het volgende naar voren:

Afbeelding 4.1.A

Er is sprake van een exponentiële afname van de veldsterkte met toenemende afstand tot de wering. De afname verloopt dichtbij de elektrode zeer snel; op een afstand van ± 10 cm van de elektrode bedraagt de veldsterkte nog slechts ± 80 mV/cm bij een spanningsverschil op de elektrode van 60 Volt. Daarna neemt de veldsterkte relatief langzaam af; op een afstand van 6 meter bedraagt deze nog altijd ± 30 mV/cm.

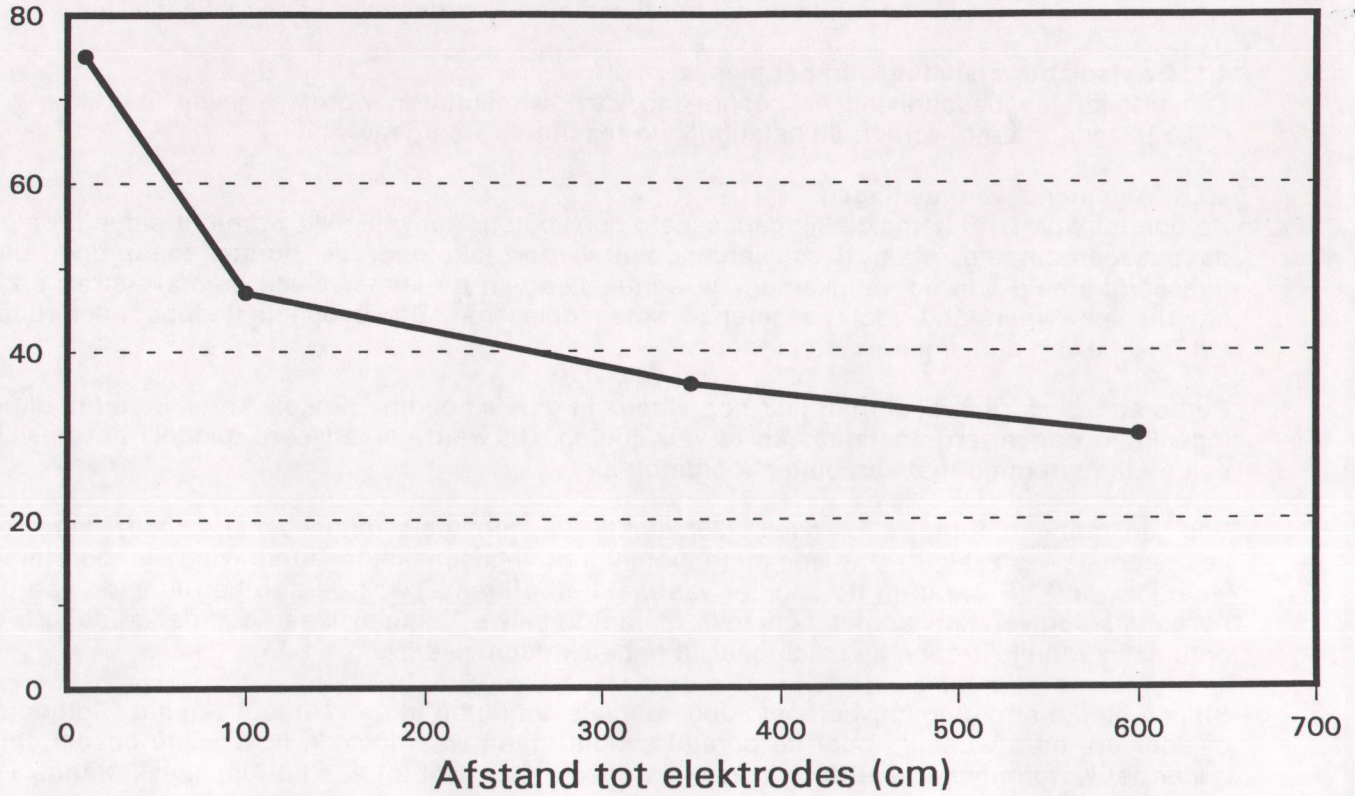
Afbeelding 4.1.B

Op een afstand van 10 cm van de elektrodes vertoont de veldsterkte een grillig verloop rond een veldsterkte van ± 80 mV/cm. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het ontbreken van een aantal elektrodes (zie § 4.1.1.), waardoor er "deuken" in het veld ontstaan. Ook onnauwkeurigheden van de metingen kunnen er echter aan ten grondslag liggen. Van echte "gaten" is (nog) geen sprake. Het grillige verloop verdwijnt snel bij toenemende afstand tot het veld van elektrodes, waarschijnlijk als gevolg van het ineenvloeien van de velden van individuele elektroden.

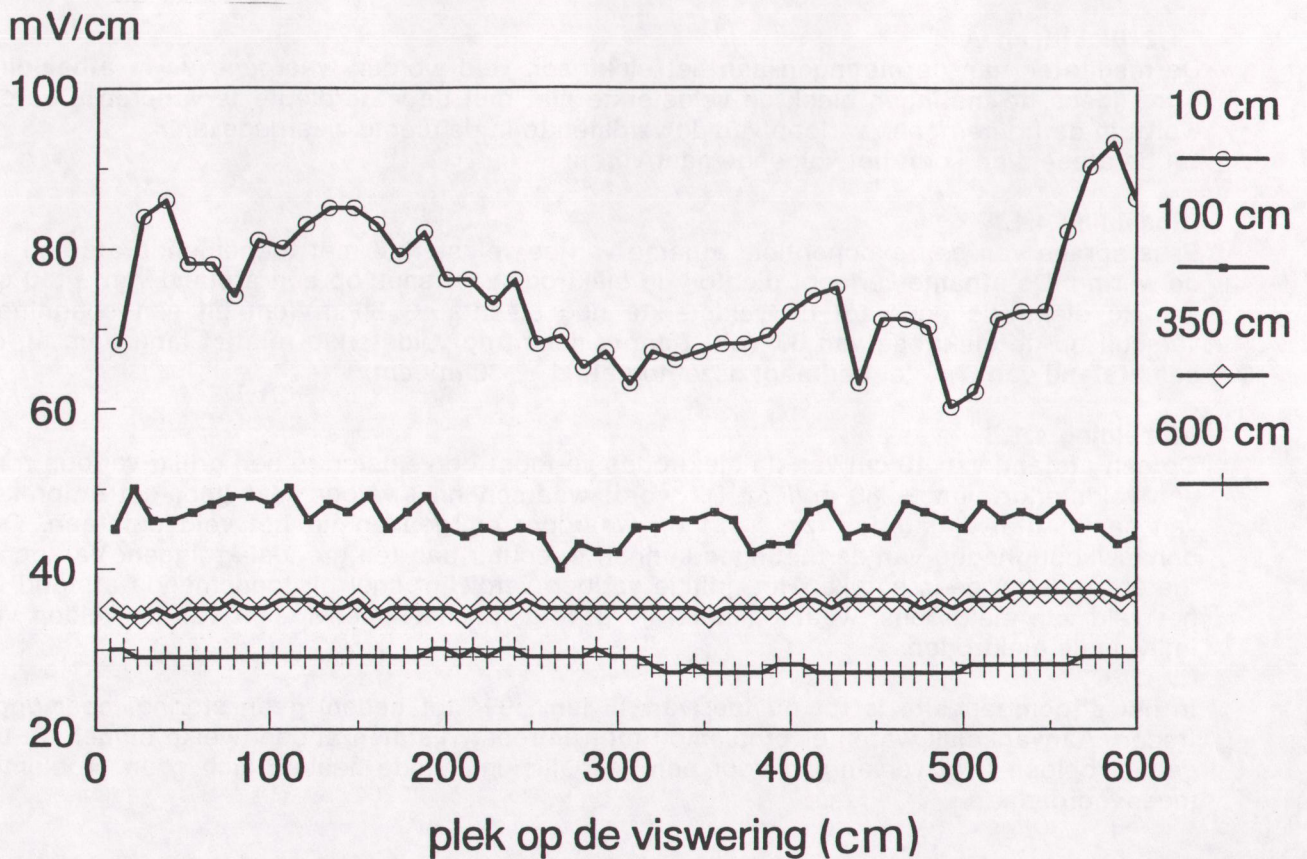
In het stroomgedeelte is tot nu toe (van 15 juni 1994 tot heden) geen storing meer opgetreden. Aanvankelijk waren er problemen met de roestvrijstalen anode, welke binnen 12 uur geheel oploste. Na vervanging door een ijzer-silicium anode hebben zich geen problemen meer voorgedaan.

Afbeelding 4.1. Resultaten van metingen aan het elektrisch veld van de viswering.
A: Mate waarin de veldsterkte met de afstand tot de borstel afneemt.
B: Verloop van de veldsterkte over de gehele breedte en op verschillende afstanden van de borstel.

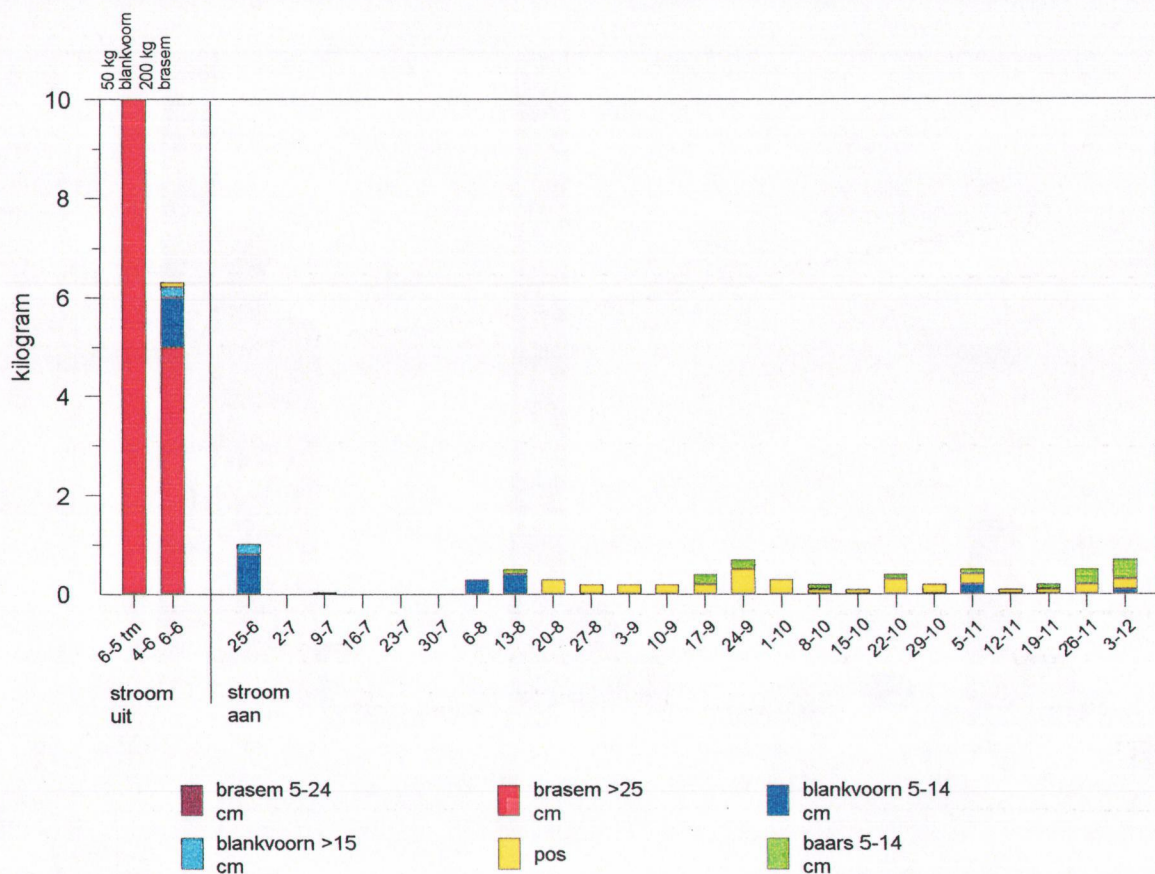
A Veldsterkte (mV/cm)



B



Afbeelding 4.2. Overzicht van de vangsten in de fuiken welke opgesteld stonden bij de viswering in de vangkamer aan de zijde van het Duinigermeer

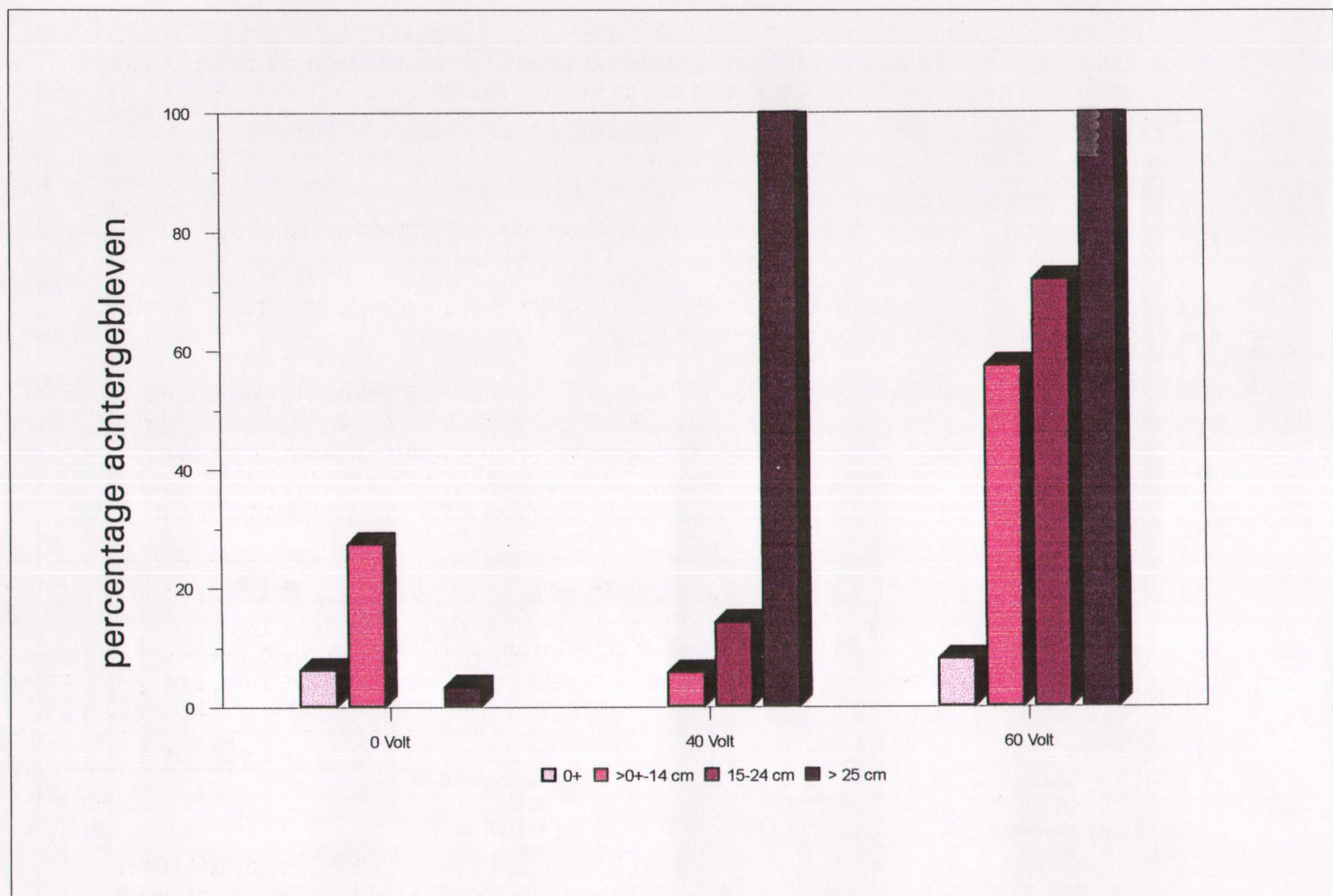


4.1.3. Langdurige monitoring van de visintrek

In afbeelding 4.2. zijn de vangsten in de twee fuiken in de vangkamer gegeven. Uit de afbeelding blijkt dat uitsluitend tijdens de paaitijd in mei, toen in verband met problemen met de anode de stroom uitgeschakeld was, veel vis (met name brasem >25 cm) de borstel passeerde. Juist op dat moment raakte de vangkamer door een passerende boot beschadigd waardoor vis vanuit het Giethoornse Meer het Duinigermeer in kon zwemmen. De in de fuiken gevangen hoeveelheid vis vertegenwoordigt derhalve niet de totale hoeveelheid vis die de borstel gepasseerd is. In werkelijkheid is deze hoeveelheid aanmerkelijk hoger geweest, zoals bleek uit een indicatieve bevissing van het Duinigermeer met een kuil op 16 juni 1994 (zie § 4.3.).

De vangsten in de fuiken in de vangkamer wijzen erop dat, nadat de stroom ingeschakeld is, er nauwelijks meer vis de viswering gepasseerd is. Omdat de gebruikte vangtuigen ongeschikt zijn voor het vangen van broed tot een lengte van 4-5 cm kunnen hierover geen uitspraken gedaan worden.

Afbeelding 4.3. Overzicht van de resultaten van het korte evaluatieonderzoek naar de werking van de viswering. Gepresenteerd worden de gebundelde resultaten van alle vissoorten per lengtegroep



4.1.4. Kort evaluatieonderzoek naar de werking van de viswering

In **afbeelding 4.3.** zijn de samenvattende resultaten van het korte evaluatieonderzoek weergegeven. Voor een uitgebreid overzicht wordt verwezen naar Klinge & Kampen, 1995^b.

Uit de afbeelding komt het volgende naar voren:

- de borstel is zonder stroomvoorziening (eerste serie metingen) onvoldoende viswerend; het overgrote deel van de vissen passeert de borstel. Dit komt overeen met de waarneming van de intrek van brasem in mei toen de stroom niet ingeschakeld was (zie afbeelding 4.2.);
- bij 40 Volt blijken slechts brasems ≥ 25 cm de viswering geheel niet te passeren. Kleinere vissen blijken vrijwel allemaal uit het bezettingscompartiment te verdwijnen;
- bij 60 Volt neemt de viswerende werking sterk toe. Er blijkt een positief verband tussen de lengte van de vissen en de mate waarin ze geweed worden:
 - . van de 0+ bleek 90-100% uit het bezettingscompartiment verdwenen;
 - . van de vissen $> 0 + -15$ cm bleek 30-50% uit het bezettingscompartiment verdwenen;
 - . van de vissen van 15-25 cm bleek 20-30% verdwenen;
 - . van de vissen ≥ 25 cm bleek 0% verdwenen.

Het is niet 100% zeker dat de vissen welke niet meer in het bezettingscompartiment zijn aangetroffen de wering ook daadwerkelijk gepasseerd zijn. De onzekerheid komt voort uit het feit dat:

- 's avonds enkele futen en een reiger in en bij het bezettingscompartiment gesignaleerd zijn, zodat predatie waarschijnlijk is. Hierdoor kan de viswerende werking in werkelijkheid beter zijn dan uit de resultaten naar voren komt;
- de vangkamer aan de zijde van het Duinigermeer niet geheel visdicht bleek te zijn. Hierdoor konden alleen de in het bezettingscompartiment achtergebleven vissen gebruikt worden voor de evaluatie en niet de vissen die de borstel passeerden.

In § 5.1. wordt nader op de werking van de viswering teruggekomen.

4.2. De uitdunning van de visstand

De resultaten van de uitdunningsvisserijen zijn per periode vastgelegd in Klinge (1993^{a,b,c}). Onderstaand worden de belangrijkste resultaten weergegeven.

In tabel 4.1. zijn de hoeveelheden vis weergegeven, welke gedurende de drie perioden van de reductievisserij (zie § 3.2.2.2.) zijn verwijderd.

Tabel 4.1. Hoeveelheden verwijderde vis (in kg) tijdens de uitdunningsvisserij. Sn = Snoek; Ba = baars; Rv = ruisvoorn; Bitv = Bittervoorn; Ze = zeelt; Kb = Kolblei; Ve = vetje. De vangsten van de twee belangrijkste vissoorten, blankvoorn en brasem zijn verdeeld in zogenaamde ecologische groepen: éénzomerige (0+) vissen, vissen >0 + -14 cm, vissen van 15-24 cm, vissen van 25-39 cm en vissen ≥40 cm

periode	blankvoorn			brasem					pos	sn	ba	rv	bitv	ze	kb	ve	aal	totaal
	0+	>0 + -14	15-24	0+	>0 + -14	15-24	25-39	≥40										
1	80,8	734,1	10,3	51,1	155,0	119,2	917,1	409,7	14,9	198,3	42,8	16,6	0,2	8,6	0,2	0,1	-	2759,0
2	58,4	286,8	51,2	34,3	92,7	37,7	9,9	1,7	16,8	18,1	29,4	5,5	-	-	-	-	20	662,5
3	23,5	42,7	16,0	2,9	2,9	1,0	-	-	15,4	2,5	20,7	5,1	-	-	-	-	30	162,5
totaal	162,7	1063,6	77,6	88,3	250,6	157,9	927,0	411,4	47,1	218,9	92,9	27,2	0,2	8,6	0,2	0,1	50	3584,0

Uit de tabel komt het volgende naar voren:

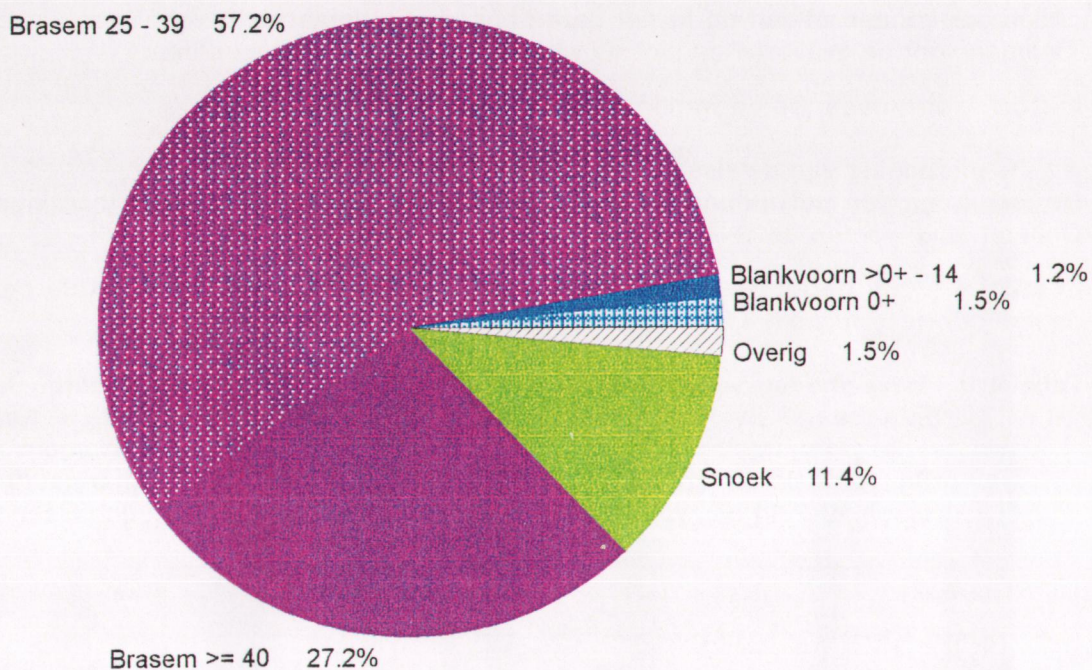
- in totaal is er 3584 kg vis verwijderd (± 119 kg/ha);
- de visstand werd gedomineerd door brasem (51%) en blankvoorn (36%). Snoek (6%) bleek de belangrijkste roofvis. Het grootste deel van de biomassa van de snoekstand werd ingenomen door oudere dieren (>50 cm);
- de vangsten vertonen in de drie perioden een sterke afname.

Bij de uitdunningsvisserijen met de fijnmazige zegen werd veel hinder ondervonden van de slappe modderlaag op de bodem. Doordat er slechts weinig kleine vis op het open water aanwezig bleek is de zegenvisserij vervolgens met een grofmazige zegen gecontinueerd. Om zeker van te zijn dat ook het bestand aan kleine vissen voldoende uitgedund zou worden is de fuik- en elektrovisserij geïntensiveerd.

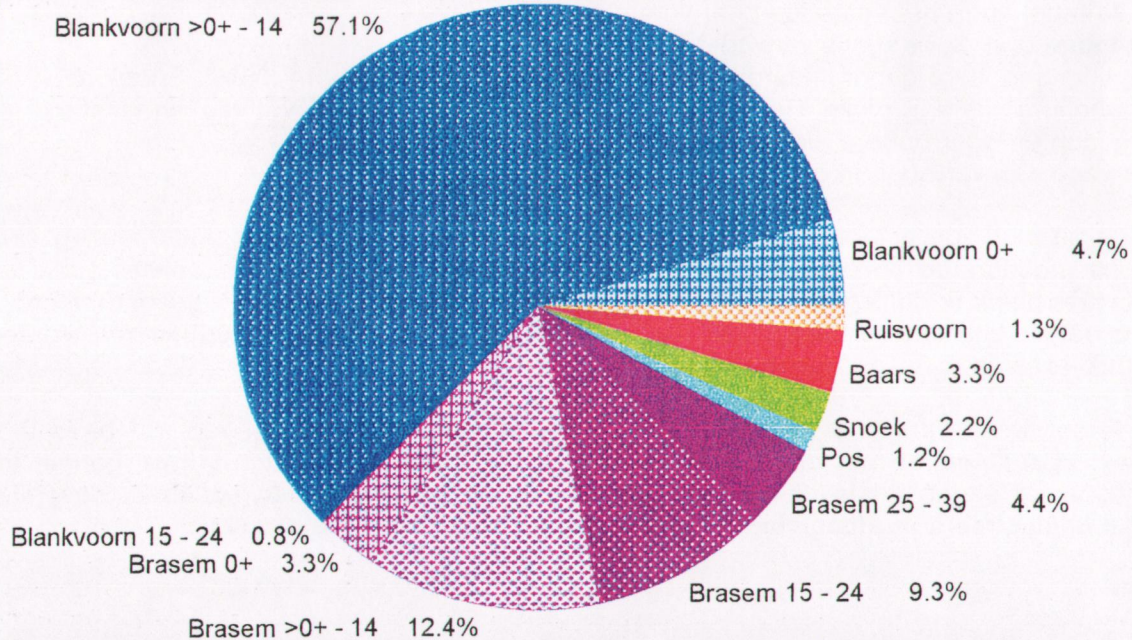
De verspreiding van de visstand bleek volgens verwachting; brasem >25 cm bevond zich vrijwel uitsluitend op het open water terwijl de visstand <25 cm zich vrijwel geheel in de aanliggende sloten en in de verlandingszone aan de westzijde van het meer bevond. Dit wordt geïllustreerd in **afbeelding 4.4**.

Afbeelding 4.4. Procentuele (gewichts)samenstelling van de visvangsten in twee deelgebieden van het Duinigermeer

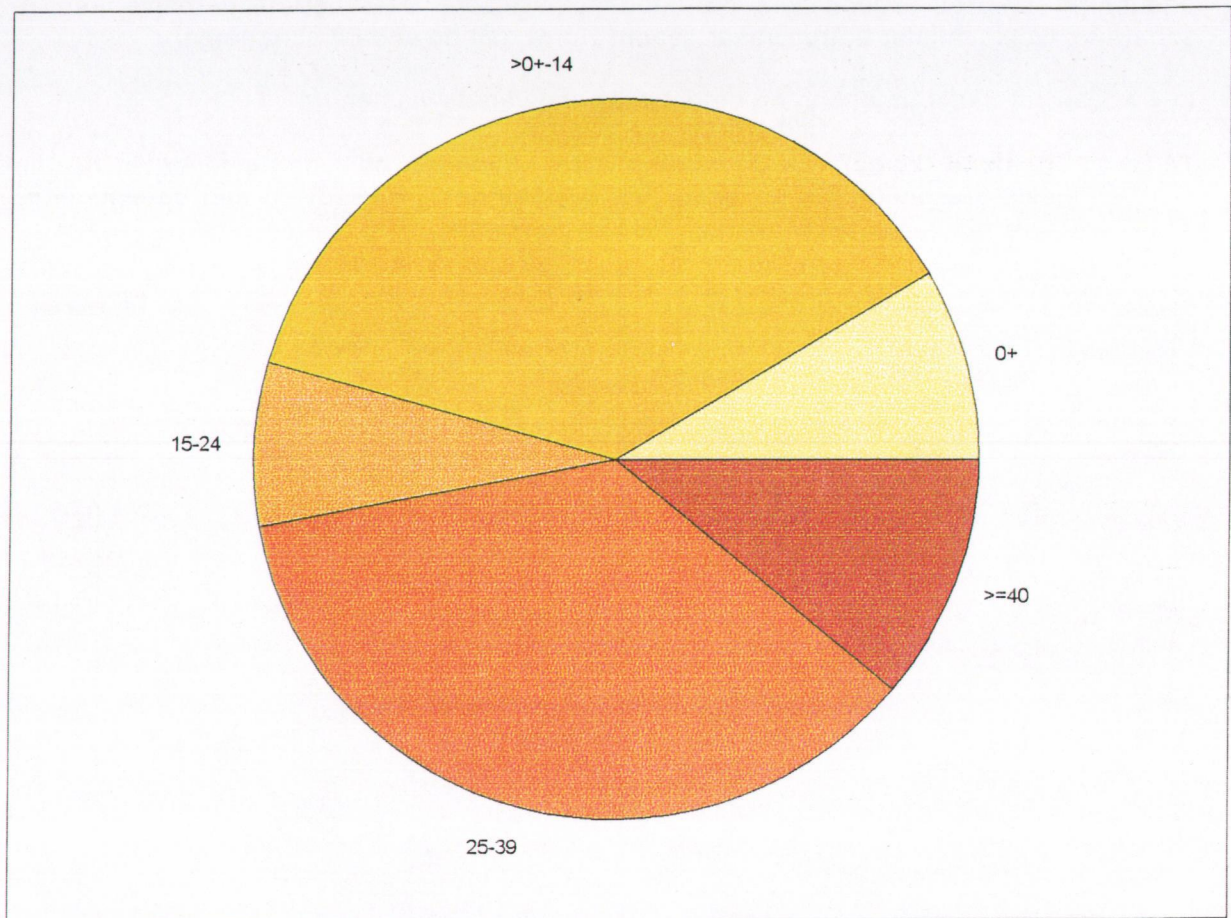
Samenstelling van de vangst, meer.



Samenstelling van de vangst, sloten.



Afbeelding 4.5. Procentuele (gewichts)samenstelling in zogenaamde ecologische groepen van de totale visvangst in het Duinigermeer



In afbeelding 4.5. is, met uitzondering van baars >15 cm en snoek, de opbouw van de totale vangst in een aantal zogenaamde ecologische groepen weergegeven. Het betreft:

0+ en >0+-14 cm	planktivore (watervlooiënetende) vissen tot 15 cm
15-24 cm	facultatief planktivore of benthivore (bodemvoedseletende) vissen
≥25 cm	benthivore vissen

Uit deze afbeelding blijkt dat de visstand gedomineerd werd door vissen >0+-14 cm (voornamelijk blankvoorn) en vissen ≥25 cm (vrijwel uitsluitend brasem). De "middengroep", de visstand van 15-25 cm, bleek slechts in een geringe biomassa aanwezig.

Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door aalscholverpredatie.

De sterke vertegenwoordiging van de visstand <15 cm is hier waarschijnlijk een reactie op (zie Klinge & Grimm, 1994a).

De omvang van de visstand voor de uitdunning bleek ± 150 kg/ha te bedragen (zie tabel 4.2., Klinge, 1993c). Na de uitdunning, in mei 1993, is de biomassa van de resterende visstand middels een bemonstering geschat op 27-40 kg/ha (tabel 4.2.), zodat de doelstelling van de visserijen, een reductie van de visbiomassa met tenminste 75%, was bereikt. Bij deze visstandopname werd evenwel veel hinder ondervonden van de slappe modderlaag op de bodem. Hierdoor kon het westelijke gedeelte bij de verlandingszone niet goed bevestigd worden (zie Klinge, 1993^o).

Omdat er bij deze opname in het geheel geen pos en brasem >25 cm werd gevangen, zijn de schattingen voor deze soorten gemaakt op basis van het geschatte bestand voor de uitdunning en het verloop van de uitdunningsvisserij. Het betreft derhalve een ruwe schatting, welke minder betrouwbaar geacht wordt dan de andere schattingen.

In § 4.3. wordt nader ingegaan op de ontwikkeling van de visstand.

Tabel 4.2. Bestand (kg/ha) van de belangrijkste vissoorten en lengtegroepen in december 1992 (reconstructie op basis van de uitdunningsvisserij en een bemonstering in juni 1992), mei en december 1993 en november 1994

vissoort	lengtegroep	december 1992	mei 1993	december 1993	november 1994
blankvoorn	0+	7,8	2,9	0,9-1,8	18,6-22,3
	> 0+ -14 cm	37,8	3,0	2,6-3,5	3,2-3,5
	≥ 15 cm	2,6	0,0	0,0	4,3-4,6
brasem	0+	3,2	0,3	0,2-0,5	20,3-27,1
	> 0+ -14 cm	8,6	0,3	0,0	0,3-0,5
	15-24 cm	6,7	0,0	0,2-0,2	0,4-0,4
	25-39 cm	34,7	}* 5-10	2,1-2,1	14,8-15,0
	≥ 40 cm	17,5		30,1-30,1	28,9-28,9
baars	< 15	}* 3,1	}* 3,2-4,3	1,7-3,3	5,8-9,1
	≥ 15			0,2-0,2	2,4-4,2
snoek	totaal	7,3	1,1	12,1-12,7	6,0-6,4
ruisvoorn	< 15	1,3	}* 0,4	0,3-0,7	0,1-0,6
	≥ 15			2,1-4,3	1,4-2,7
zeelt	< 15	0,0		0,0-0,0	0,0-0,1
	≥ 15			5,9-5,9	2,3-4,4
pos	totaal	4,1	0-5 *	0,8-1,3	2,1-2,6
aal	totaal	15*	13 *	13 *	13 *
snoekbaars	totaal	0,0	-	-	0,3-0,3
totaal		149,7	27-40	73-80	125-146

* Niet gevangen of bemonsterd, maar op basis van informatie van beroepsvissers of op grond van het verloop van de reductievisserij aanwezig verondersteld

4.3. De ontwikkelingen in het Duinigermeer voor en na de uitdunning

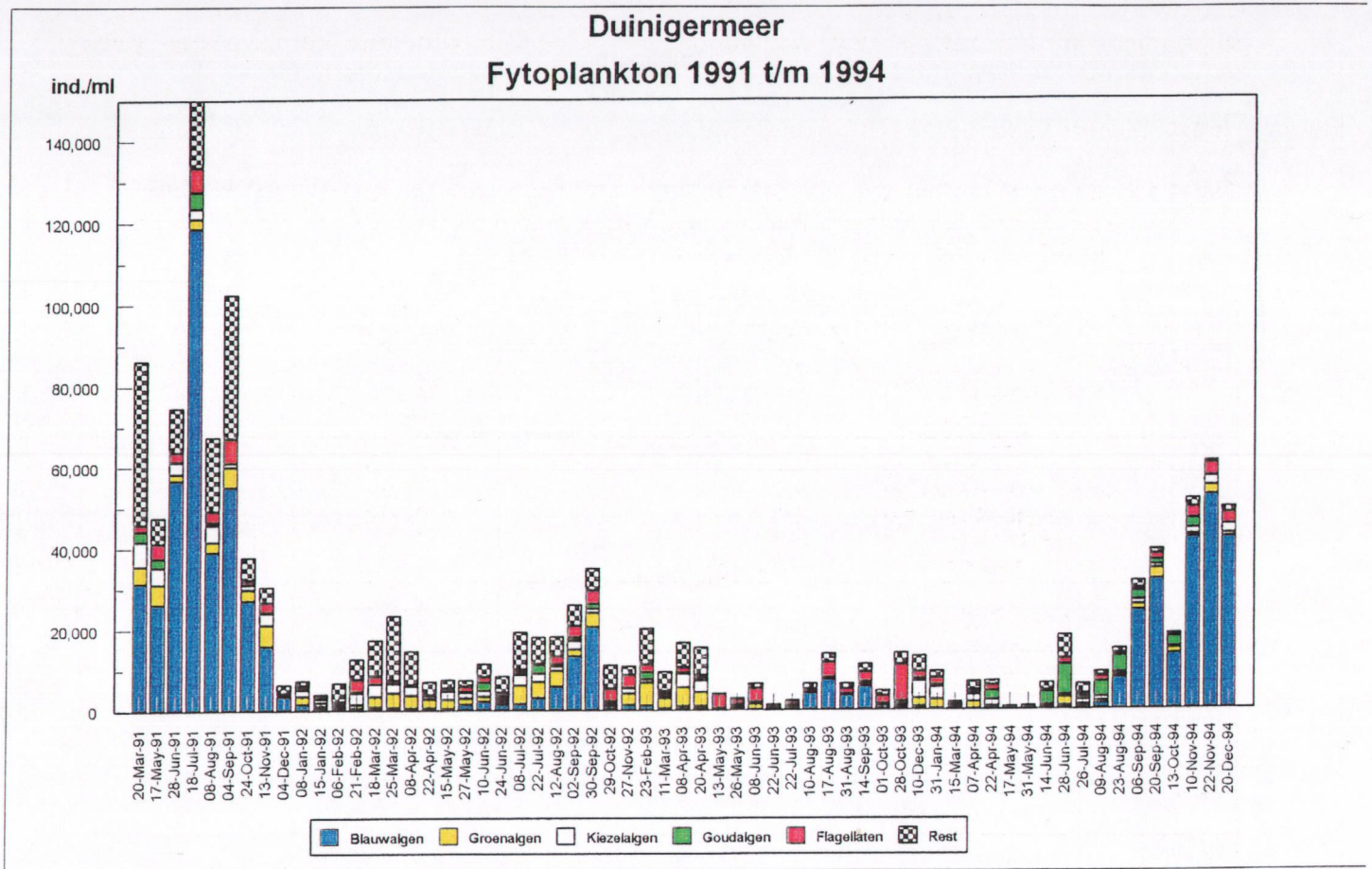
In deze paragraaf worden de belangrijkste ontwikkelingen in het Duinigermeer voor en na de uitdunning weergegeven en toegelicht. De bespreking van de resultaten gebeurt per jaar aan de hand van een aantal geselecteerde fysisch-chemische en biologische parameters.

Voor een volledig overzicht van alle resultaten van de fysisch-chemische bepalingen van 1991 t/m 1994 wordt verwezen naar rapportages van het Zuiveringschap West-Overijssel. De resultaten van het biologische onderzoek zijn uitgebreid vastgelegd in voortgangsrapporten; fytoplankton, vegetatie en zoöplankton in ZWO (1995) en vissen in Klinge (1993c, 1995), Semmekrot et al. (1994) en Klinge & Kampen (1995a).

1991 + 1992

In de twee "referentie" jaren voor de uitdunning van de visstand blijkt de waterkwaliteit in het Duinigermeer behoorlijk te variëren. In 1991 is sprake van een sterke dominantie van blauwalgen (*Oscillatoria* sp., zie afbeelding 4.6.); de zomergemiddelde chlorofyl-a concentratie bedraagt 43µg/l (zie afbeelding 4.7.). Volgens het STOWA beoordelingssysteem (STOWA, 1993) heeft het fytoplankton in 1991 een ecologische kwaliteit van het laagste niveau.

Afbeelding 4.6. Verloop van de algensamenstelling in het Duinigermeer van 1991 t/m 1994



In 1992 zijn blauwalgen tot de nazomer vrijwel afwezig; er is sprake van een gevarieerde fytoplanktensamenstelling met een opvallende aanwezigheid van goudalgen (*Dynobryon* sp, *Mallomonas* sp, *Kephyrion* sp.). Het zomergemiddelde chlorofyl-a gehalte bedraagt 28 µg/l. Volgens het STOWA beoordelingssysteem heeft het fytoplankton in 1992 een ecologische kwaliteit van het middelste niveau.

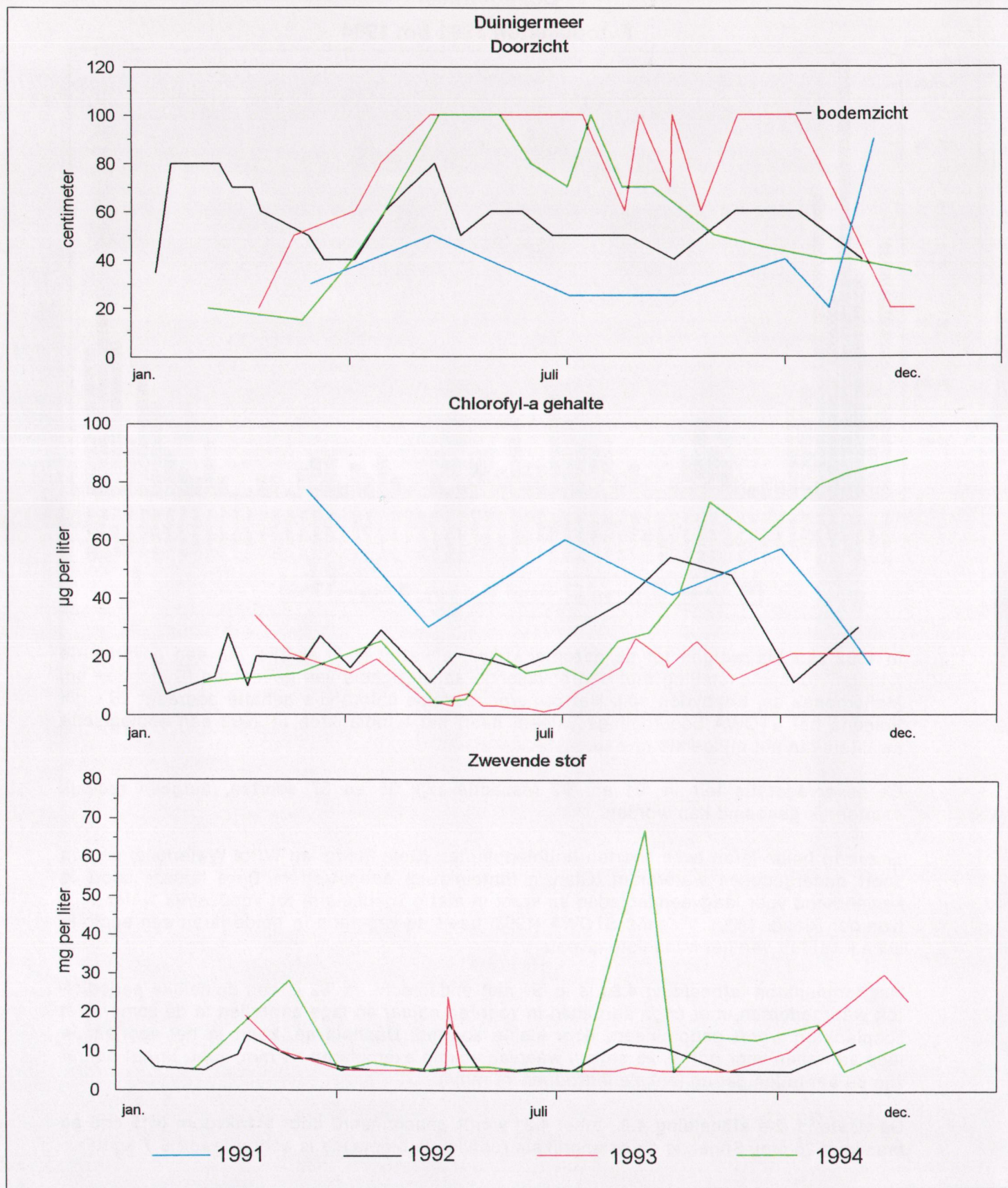
De oevervegetatie telt in '91 en '92 respectievelijk 35 en 37 soorten, hetgeen redelijk soortenrijk genoemd kan worden.

Er zijn in beide jaren twee soorten drijfbladplanten (Gele Plomp en Witte Waterlelie) en één soort ondergedoken waterplant (Glanzig fonteinkruid) aangetroffen. Deze laatste soort is kenmerkend voor laagveengebieden en komt in matig voedselarm tot voedselrijk water voor (van der Ploeg, 1990). Volgens STOWA (1993) heeft de vegetatie in beide jaren een ecologische kwaliteit van het middelste niveau.

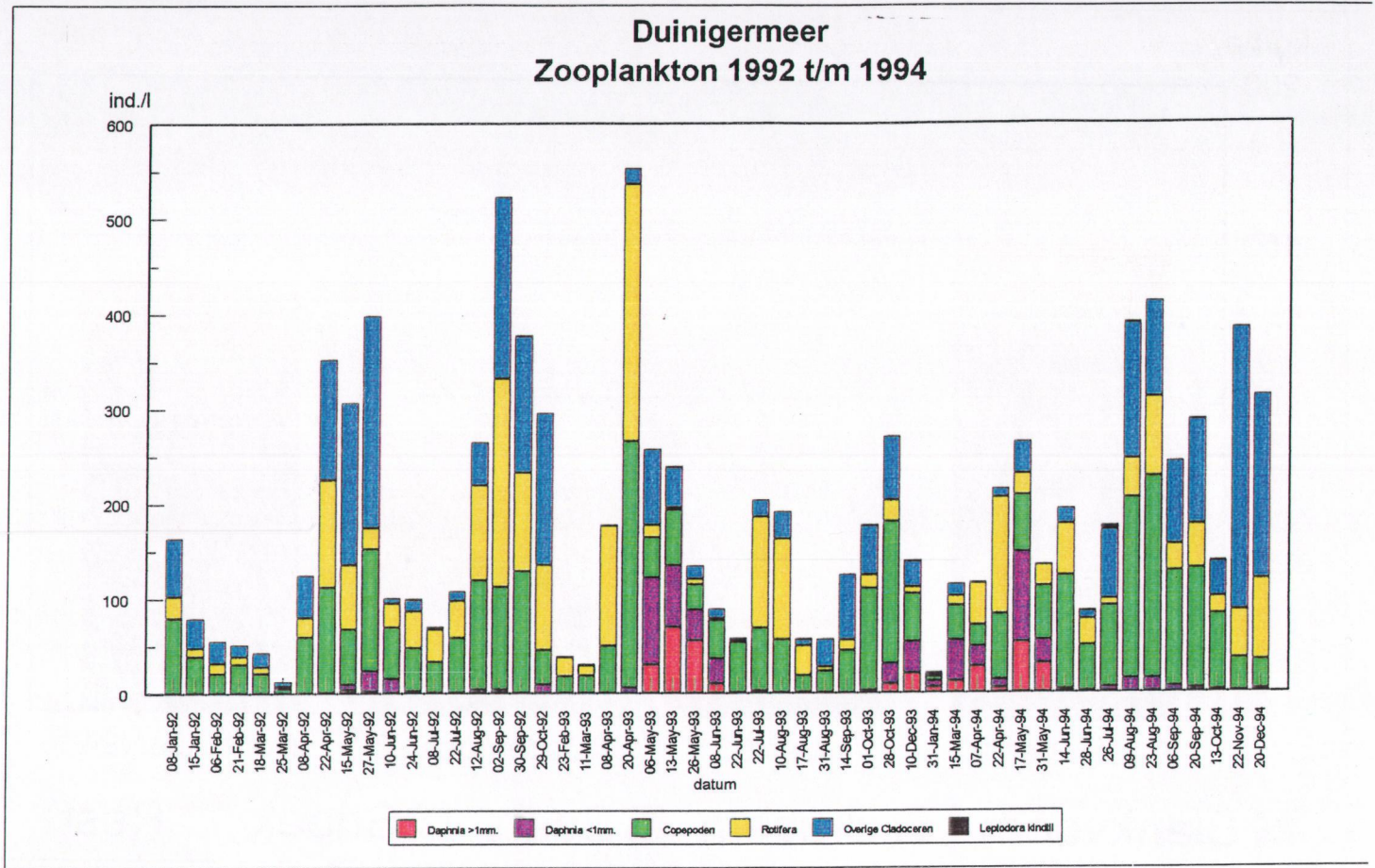
Het zoöplankton (**afbeelding 4.8.**) is in '91 niet onderzocht. In '92 is een duidelijke periodiciteit waargenomen, met hoge aantallen in voor- en najaar en lage aantallen in de zomer. Het zoöplankton wordt gedomineerd door kleine soorten; *Daphnia* sp. komt in het voorjaar in lage aantallen voor (tot ± 25 stuks/l waarvan enkele exemplaren >1 mm) voor. In het najaar zijn de aantallen gering (enkele individuen <1 mm/l).

De visstand (zie **afbeelding 4.9.**, tabel 4.2.) wordt gedomineerd door blankvoorn (<15 cm) en brasem (>25 cm). Snoek is de belangrijkste roofvis; de biomassa is echter laag (± 7 kg/ha).

Afbeelding 4.7. Verloop van het doorzicht en de gehalten aan chlorofyl-a en zwevend stof in het Duinigermeer van 1991 t/m 1994



Afbeelding 4.8. Verloop van de samenstelling van het zoöplankton in het Duinigermeer van 1992 t/m 1994



1993

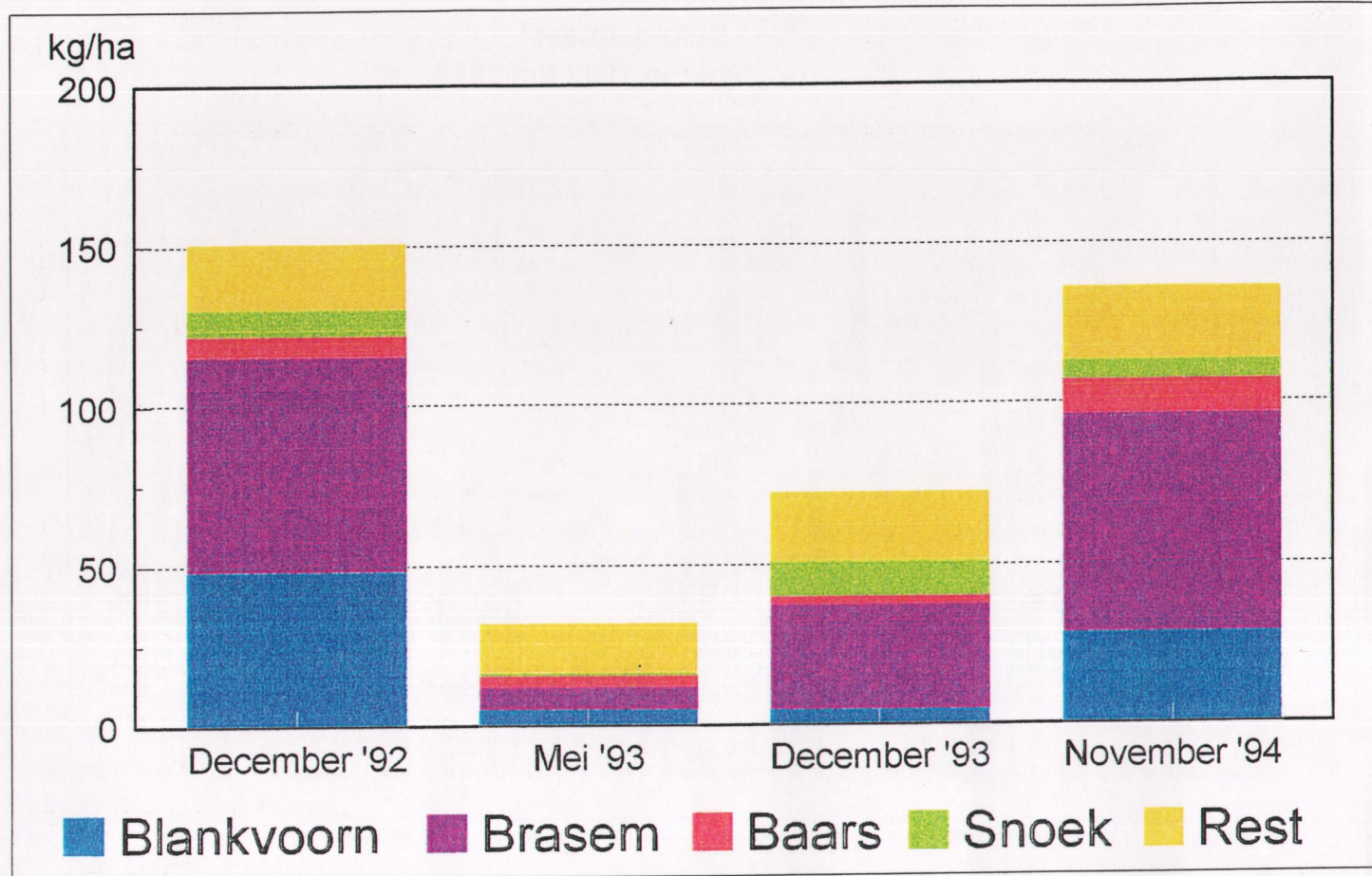
In 1993 reageert het Duinigermeer sterk positief op de uitdunning van de visstand. Begin mei neemt het doorzicht toe tot bodemzicht (afbeelding 4.7.). Grote watervlooien (*Daphnia* >1 mm) verschijnen in hogere aantallen dan in 1992 (afbeelding 4.8.) en de chlorofyl-a gehalten zijn laag (<5 µg/l). De fytoplanktensamenstelling is gevarieerd, met veel overeenkomsten met 1992 (afbeelding 4.6.).

In de loop van mei komen ondergedoken waterplanten op. De toename ten opzichte van 1992 is spectaculair: er verschijnen maar liefst 12 soorten. De planten wortelen allemaal in de sliblaag. Eind mei is de bodem voor 50% bedekt met kranswieren. Het gaat om 4 soorten: *Chara vulgaris* var. *contraria* die dominant aanwezig is, *Chara vulgaris* var. *longibracteata* die aan de westzijde lokaal frequent voorkomt, *Chara globularis* die frequent voorkomt en *Chara major* var. *hispida* die lokaal frequent voorkomt. In het westelijke ondiepe deel verschijnen kleine hoeveelheden Smalbladige en Breedbladige waterpest, Puntig fonteinkruid, Haarfonteinkruid en Zwanebloem. Hier en daar worden ook draadalgen gevonden. De oevervegetatie is ten opzichte van 1991 en 1992 nauwelijks veranderd.

In juni verdwijnt *Daphnia*, waarschijnlijk als gevolg van voedselgebrek. Vanaf dat moment hangen de lage chlorofyl-a gehalten waarschijnlijk samen met de dominantie van de kranswieren.

Eind juli neemt het doorzicht af tot 70-80 cm als gevolg van de opkomst van *Oscillatoria*. Het chlorofyl-a gehalte stijgt tot ± 20 µg/l (afbeelding 4.7.). Chlorofyl-a en doorzicht zijn in 1993 duidelijk (negatief) aan elkaar gecorreleerd.

Afbeelding 4.9. Verloop van de samenstelling van de visstand van 1992 t/m 1994



De opkomst van *Oscillatoria* valt samen met een periode van relatief bewolkt weer met weinig zonuren (zie afbeelding 4.10.) en veel neerslag (zie afbeelding 4.11.). Tot het eind van het jaar blijft het chlorofyl-a gehalte schommelen rond 20 µg/l. In oktober sterven de ondergedoken waterplanten af. *Oscillatoria* neemt eveneens af en het doorzicht neemt toe tot ± 90 cm.

De totale biomassa van de visstand neemt in 1993 toe van 27-40 kg/ha tot 73-80 kg/ha aan het eind van het jaar. De toename komt naast snoek en zeelt vooral voor rekening van brasem ≥40 cm (zie tabel 4.2.). Brasems van dergelijke afmetingen kwamen voor de uitdunning niet veel in het Duinigermeer voor. Naast een sterke individuele groei spelen echter ook onnauwkeurigheden van de schatting van mei '93 een rol bij de toename van de biomassa: In mei bleek het meer zeer slecht bevisbaar door de slappe baggerlaag en de aanwezige kranswieren en werd helemaal geen grote brasem gevangen; het bestand is toen op basis van de uitdunningsvisserij indicatief op 5-10 kg/ha geschat.

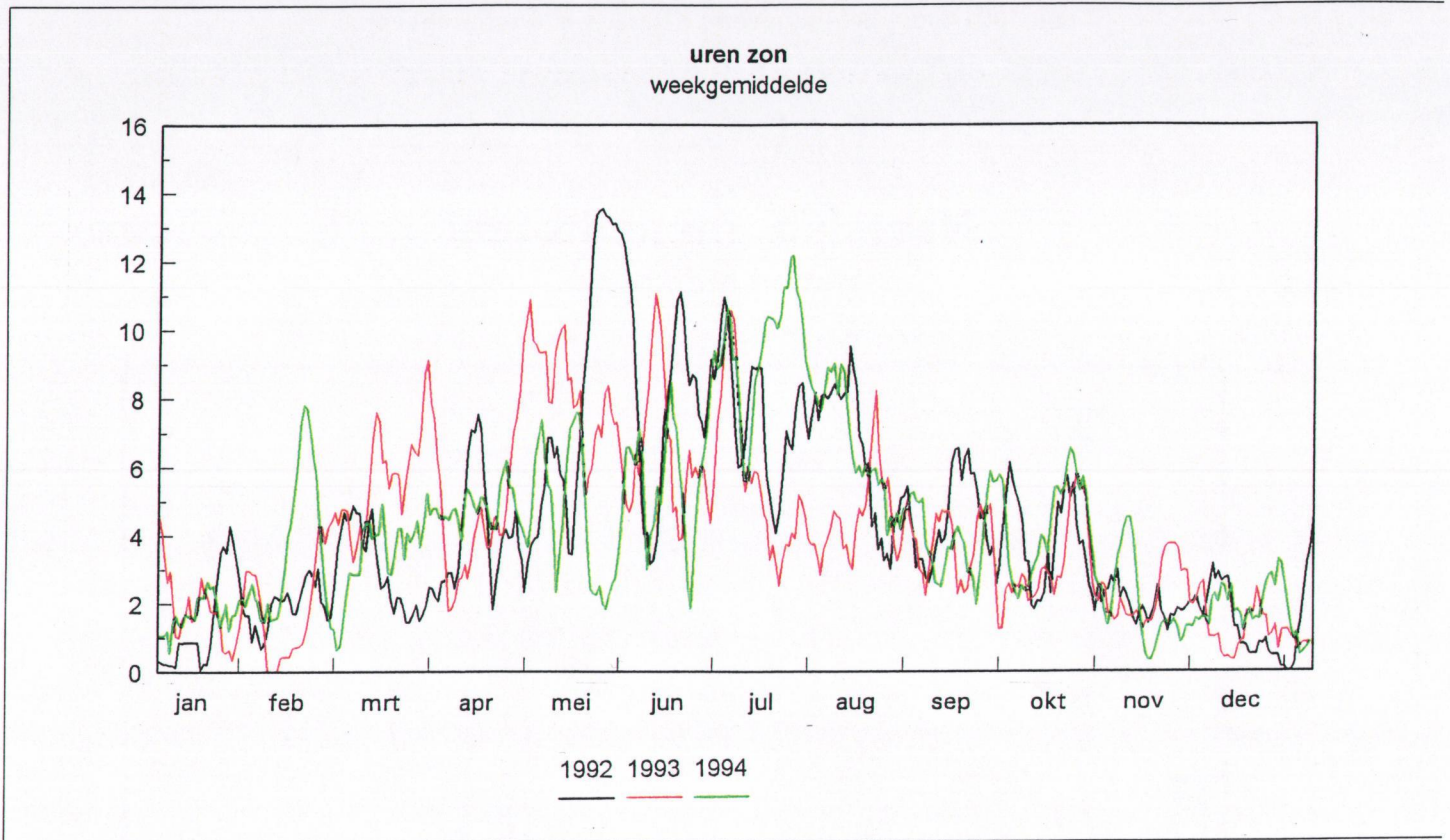
De recrutering van vis blijkt in 1993 gering; in december is <5 kg/ha eenzomerige (0+) vis aanwezig (zie tabel 4.2.).

Door de opkomst van kranswieren en de gevarieerde fytoplanktensamenstelling heeft het Duinigermeer in 1993 een ecologische kwaliteit van het hoogste niveau!

1994

In het voorjaar van 1994 zijn de omstandigheden vergelijkbaar met 1993; in mei neemt het doorzicht toe tot bodemzicht en daalt het chlorofyl-a gehalte tot 5 µg/l (afbeelding 4.7.).

Afbeelding 4.10. Verloop van het aantal zonuren in de omgeving van het Duinigermeer

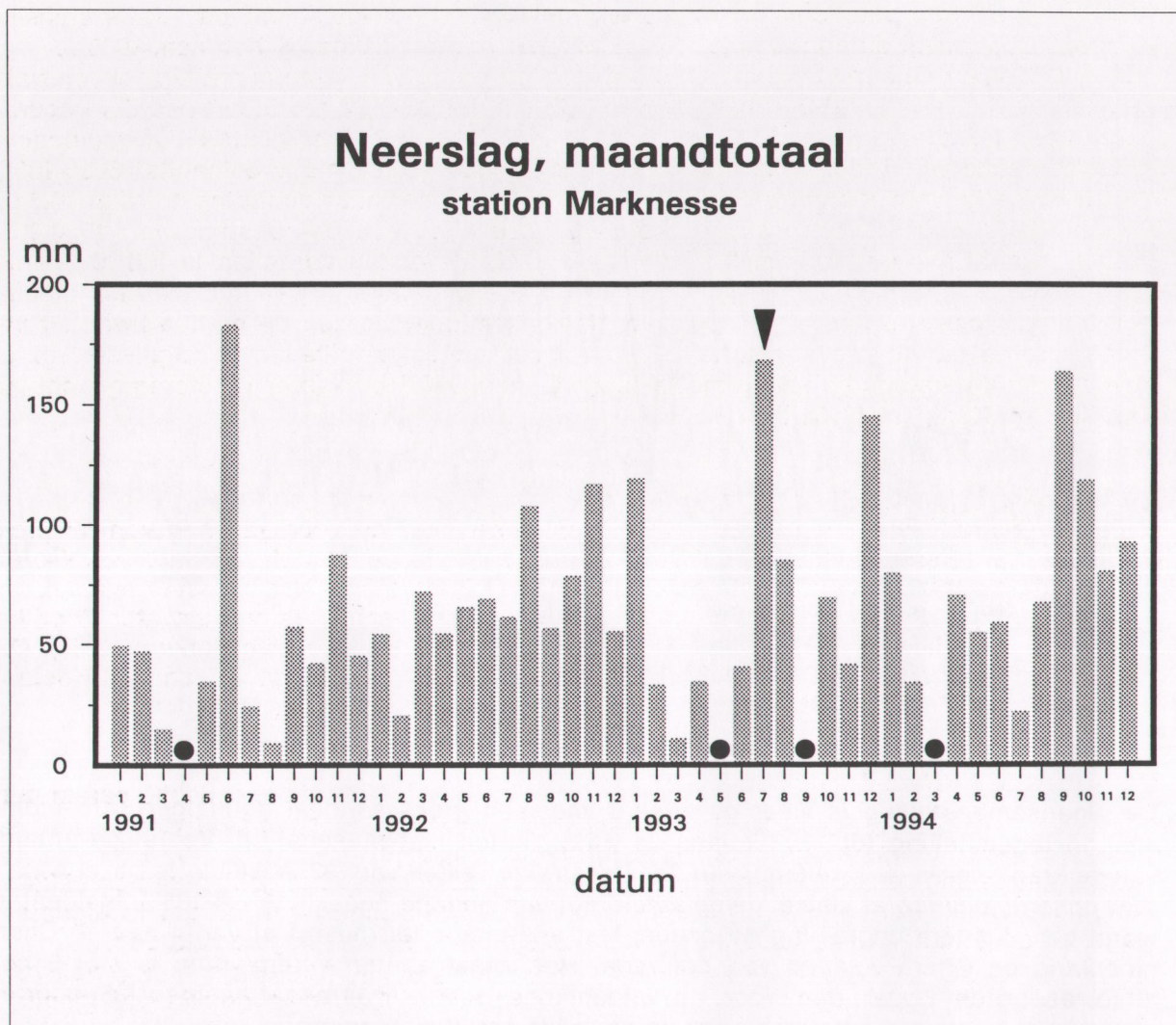


De algensamenstelling is weer gevarieerd, met een groot aandeel goudalgen (afbeelding 4.6.). In tegenstelling tot 1993 komen de waterplanten niet massaal op. Vooral de afname van de kranswieren is opvallend; van de uitgestrekte velden van '93 is weinig te bekennen. Wat opkomt zijn vooral kleine kiemplanten met een geringe bedekking (<5-10%). Incidenteel wordt een dichtere begroeiing gevonden. Het aantal soorten neemt af van 4 naar 2: *Chara globularis* en *Chara vulgaris* var. *contraria*. Het totaal aantal waterplanten is met 9 nog altijd een stuk hoger dan voor de uitdunningsvisserij. Daarnaast worden 38 soorten oeverplanten geteld. De rietkraag aan de oostzijde breidt zich enigszins uit.

Net als in 1993 begint eind juli het chlorofyl-a gehalte te stijgen en komen blauwalgen op. Het betreft meerdere soorten: *Oscillatoria* cf. *limnetica*, *Anabaena* sp., *Oscillatoria agardhii* en/of *Oscillatoria redekei*. De aantallen blijven vervolgens geleidelijk stijgen tot in december, waarbij het chlorofyl-a gehalte oploopt tot 90 $\mu\text{g/l}$ en het doorzicht daalt tot <40 cm (afbeelding 4.7.).

De visstand (tabel 4.2.) toont in 1994 een sterke toename in biomassa. Aan het eind van het jaar bedraagt de biomassa naar schatting 125-146 kg/ha en is daarmee vrijwel gelijk aan het niveau van voor de uitdunningsvisserij. De toename komt vooral voor rekening van een nieuw gerecrueteerde jaarklasse brasem en blankvoorn. De biomassa 0+ vis bedraagt aan het eind van het jaar >50 kg/ha. Daarnaast neemt het bestand aan brasem >25 cm toe. Dit is het gevolg van **intrek**: in het voorjaar van '94, toen de elektrische viswering door een mankement buiten werking was en er schade aan de vangkamer optrad (zie § 4.1.), is een grote intrek van brasem geconstateerd (zie afbeelding 4.2.). Dit werd bevestigd tijdens een indicatieve bestandsopname in juni 1994 (zie tabel 4.3.).

Afbeelding 4.11. Maandelijks hoeveelheid neerslag in de omgeving van het Duinigermeer van 1991 t/m 1994 (gegevens KNMI). ● = geen gegevens



Gedurende de zomer van 1994 heeft er een visserij met kieuwnetten plaatsgevonden teneinde het bestand aan brasem te reduceren. Hierbij is ruim 900 kg (30 kg/ha) brasem verwijderd (tabel 4.3.). Eind '94 resteerde er echter nog altijd ruim 40 kg/ha, voornamelijk door individuele groei (zie Klinge, 1995). Gedurende het groeiseizoen is er derhalve geen duidelijke afname van het bestand en haar eventuele negatieve effecten gerealiseerd.

Tabel 4.3. Resultaten van de reductievisserij op brasem >25 cm met kieuwnetten in de zomer van 1994 en schattingen van het bestand (in aantal en kg/ha) voor en na deze visserij

	december 1993		juni 1994		verwijderd		november 1994	
	aantal/ha	kg/ha	aantal/ha	kg/ha	aantal/ha	kg/ha	aantal/ha	kg/ha
brasem 25-39 cm	2	2,1	30	22,2	4	4	18	14,9
brasem ≥ 40 cm	21	30,1	24	31,5	19	27,4	21	28,9
totaal	23	32,2	54	53,7	23	31,4	39	43,8

Snoek

De ontwikkeling van de snoekstand is in 1994 apart onderzocht. De resultaten van dit onderzoek zijn vastgelegd in Klinge & Kampen (1995a). De snoekstand blijkt te worden beperkt door een relatief geringe recruitering. Eind 1993 bedroeg het bestand aan 0+ snoeken 20-23 stuks/ha (Semmekrot et al., 1994). Eind 1994 was dit ca. 26-29 stuks/ha (Klinge, 1995), terwijl dit aantal in juli '94 \pm 37 stuks/ha was (Klinge & Kampen, 1995a).

Grimm (1994) en Grimm & Klinge (1995) geven op basis van literatuuronderzoek en veldstudies aan dat het aantal 0+ snoeken van 8-15 cm dat jaarlijks recruteert positief gecorreleerd is aan het areaal geschikt opgroei habitat in de vorm van emergente en/of geïnundeerde terrestrische vegetatie. Zij stellen dat er per hectare geschikt opgroei habitat 5000-10000 0+ snoekjes kunnen recrutereren. In het Duinigermeer, waar naar schatting 1 à 2% (0,3-0,6 ha) emergente vegetatie aanwezig is, zou op deze wijze een 0+ bestand van 1500-6000 stuks verwacht mogen worden. De indicatie van de gevonden aantallen in juli '94 (\pm 37 stuks/ha = \pm 1100 stuks) duidt er derhalve op dat er sprake is geweest van een slechte recruitering. Hoewel de precieze oorzaken niet bekend zijn worden de matige kwaliteit van de aanwezige emergente vegetatie en de minder gunstige milieuomstandigheden in de vegetatie (met name de belasting met slib, zie Grimm, 1992) belangrijke factoren geacht (zie ook Klinge & Kampen, 1995a).

4.4. Vergelijking van het Duinigermeer met de referentiewateren

In deze paragraaf wordt het Duinigermeer vergeleken met de voor aanvang van de proef geselecteerde referentiewateren, de Oostelijke Belterwijde en de Schutsloterwijde. Net als het Duinigermeer maken deze wateren deel uit van de boezem van Noordwest-Overijssel.

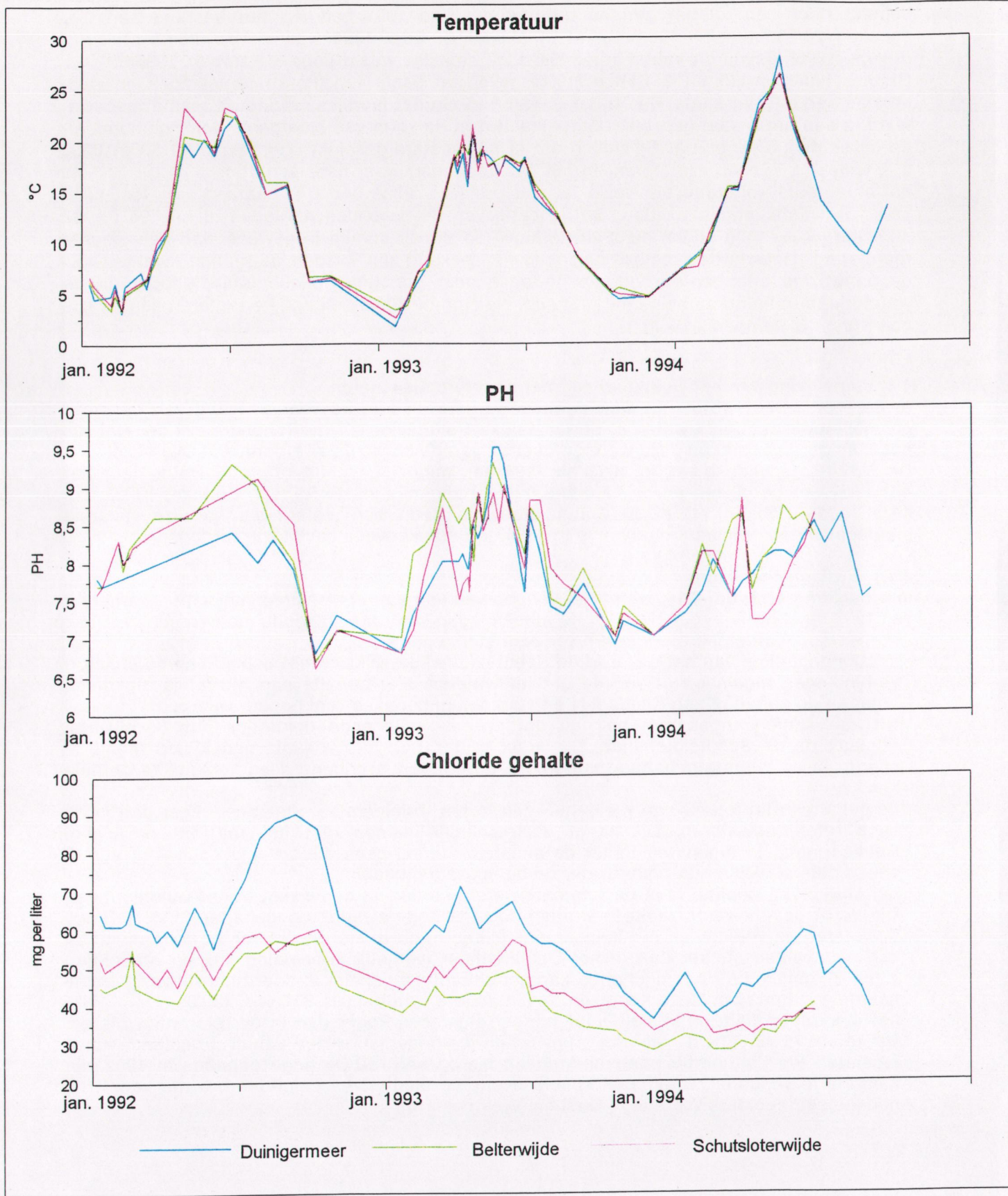
De Schutsloterwijde bleek in 1993 en 1994 een minder geschikt referentiewater door het optreden van botulisme en de daarmee samenhangende vissterfte (van Berkum, 1993). Om deze reden hebben er in de Schutsloterwijde geen bemonsteringen van de visstand plaatsgevonden. In plaats daarvan is in 1994 de Beulakerwijde bevestigd (zie verder).

4.4.1. Fysisch-chemisch

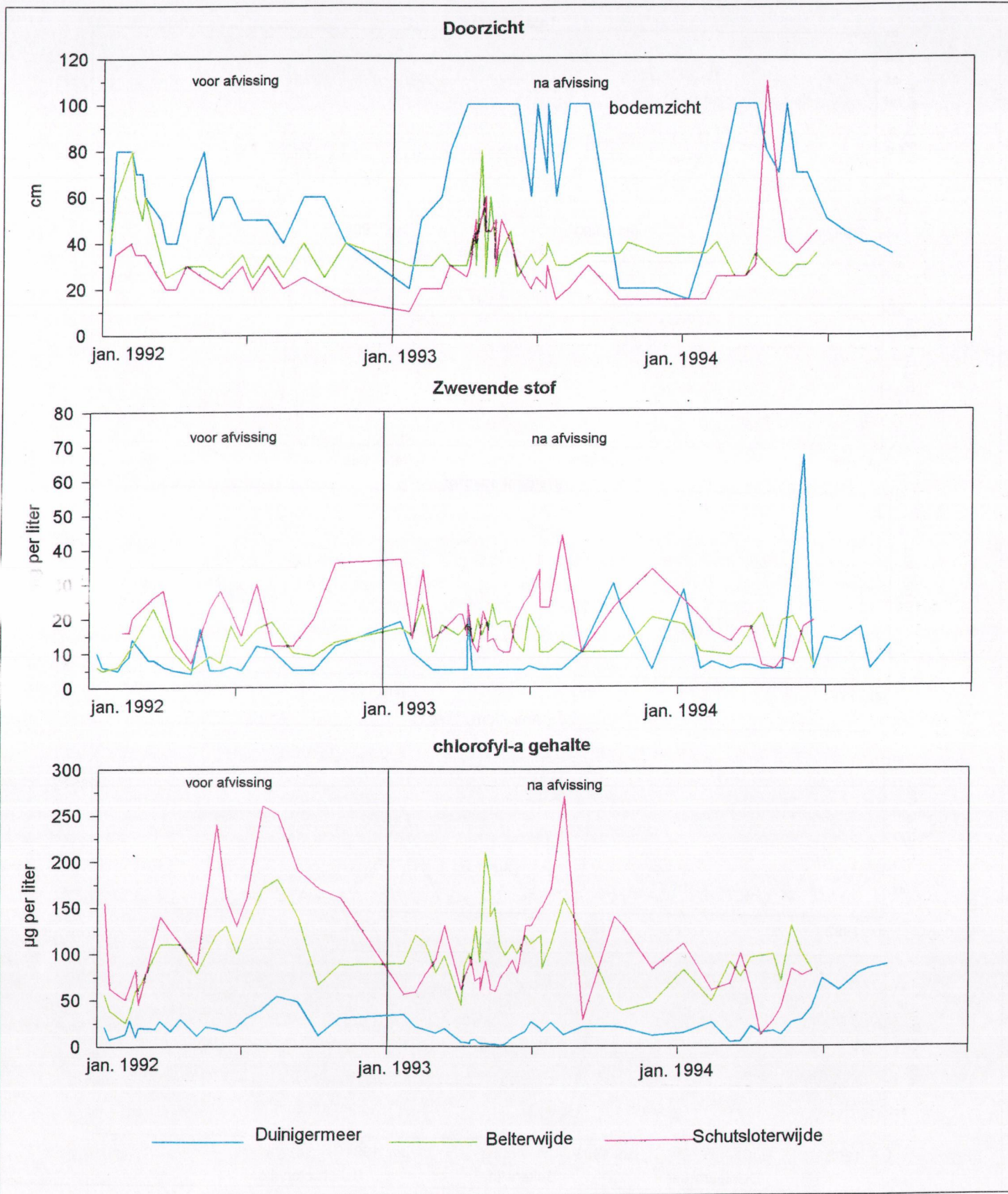
In afbeelding 4.12. t/m 4.14. wordt het verloop van een aantal fysisch-chemische parameters van 1992 t/m 1994 weergegeven. Uit de afbeeldingen komt het volgende naar voren:

- het verloop van temperatuur en Ph vertoont sterke gelijkens;
- de samenstelling van het water in de Schutsloterwijde wijkt op het gebied van de stikstofverbindingen algemeen af van de andere wateren. Het gehalte aan nitraat is algemeen lager en de gehalten aan Kjeldahl-N en ammonium bereiken veel hogere waarden. Dit kan samenhangen met het feit dat enkele omliggende polderwateren hun (kwel)water uitslaan op de Schutsloterwijde. Dit water is dan nog niet volledig geoxideerd (genitrificeerd). In de zuurstofgehalten (niet weergegeven) valt overigens geen verschil te ontdekken;
- de gehalten aan totaal-P en Kjeldahl-N zijn in het Duinigermeer algemeen lager dan in de twee referentiewateren. Dit hangt waarschijnlijk samen met het feit dat er in het Duinigermeer, in tegenstelling tot de andere wateren, geen directe invloed is van agrarische polders, welke hun polderwater op de boezem uitslaan;
- het chlorofyl-a gehalte is in de referentiewateren duidelijk hoger dan in het Duinigermeer. Dit wordt geacht veroorzaakt te worden door de hogere nutriëntengehalten in de referentiewateren en verschillen in algensamenstelling. In de referentiewateren is de dominantie van blauwalgen sterker dan in het Duinigermeer (vergelijk afbeelding 4.6. en afbeelding 4.15). Bij gelijke nutriëntengehalten kan het chlorofyl-a gehalte in door blauwalgen gedomineerde wateren ruim 2x zo hoog zijn dan in andere wateren (zie STOWA, 1993);
- het chloride gehalte is in het Duinigermeer algemeen hoger dan in de referentiewateren. De relatieve nabijheid van het punt waar (chloriderijk) water vanuit Friesland wordt ingelaten (de Linthorst-Homansluis) speelt hierbij een rol. De hoge gehalten in 1992 zijn hiermee te verklaren. Daarnaast speelt tevens de uitslag van chloriderijk water vanuit de nabijgelegen polders Wetering (-Oost en -West) een rol.

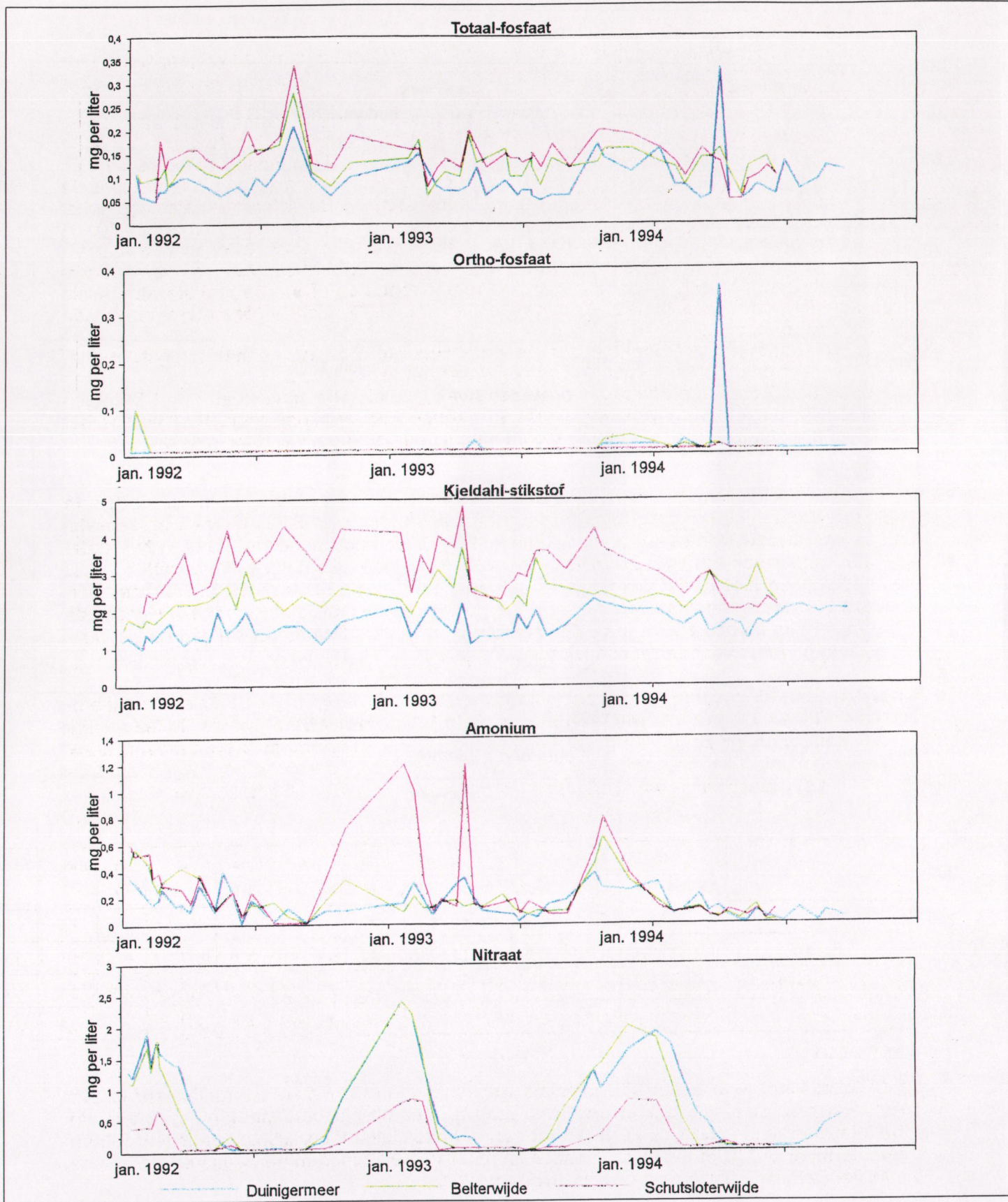
Afbeelding 4.12. Verloop van de watertemperatuur, de pH en het chloridegehalte in het Duinigermeer en de referentiewateren, van 1992 t/m 1994



Afbeelding 4.13. Verloop van het doorzicht en de gehalten aan chlorofyl-a en zwevend stof in het Duinigermeer en de referentiewateren, van 1992 t/m 1994



Afbeelding 4.14. Verloop van het gehalte aan totaal-P, ortho-P, Kjeldahl-N, NH_4^+ en NO_3^- in het Duinigermeer en de referentiewateren, van 1992 t/m 1994



4.4.2. Biologisch

In afbeelding 4.15. en 4.16 wordt het verloop van de samenstelling van het fyto- en zoöplankton in beide referentiewateren weergegeven.

Uit de figuren komt het volgende naar voren:

- in beide referentiewateren is sprake van een sterke dominantie van blauwalgen, welke het gehele jaar aanwezig is. Dit was ook het geval in 1991 in het Duinigermeer; vanaf 1992 is hier geen sprake meer van geweest (zie afbeelding 4.6.);
- de aantallen filamenten zijn in de Schutsloterwijdte het hoogst, hetgeen tot uitdrukking komt in het chlorofyl-a gehalte (vergelijk afbeelding 4.13. met afbeelding 4.15.);
- in beide referentiewateren zijn in het algemeen aanmerkelijk minder Daphnia's >1 mm aanwezig dan in het Duinigermeer na de uitdunning (afbeelding 4.8.). Dit wordt geacht vooral samen te hangen met een sterkere vispredatie in de referentiewateren; in het Duinigermeer waren voor de uitdunning eveneens nauwelijks grote Daphnia's aanwezig. Een uitzondering wordt gevormd door de Schutsloterwijdte in 1993, waar in het voorjaar behoorlijke aantallen Daphnia's >1 mm verschijnen. De precieze oorzaak voor dit verschijnsel is onbekend. Mogelijk hangt het samen met wegtrek en/of sterfte van vis als gevolg van botulisme, hetgeen in 1992 optrad (van Berkum, 1993). Ook andere factoren kunnen echter een rol spelen;
- de totale aantallen zoöplankton zijn in de Oostelijke Belterwijdte het hoogst. In het Duinigermeer en de Schutsloterwijdte zijn de aantallen vergelijkbaar;
- glaskreeftjes (*Leptodora kindtii*), een predator van Daphnia, komen zowel in het Duinigermeer als in de referentiewateren slechts in geringe hoeveelheden voor. Wat betreft het Duinigermeer komt dit overeen met eerdere waarnemingen (Backx & Klinge, 1992).

Visstand

In 1993 en 1994 hebben er bemonsteringen van de visstand in het gebied plaatsgevonden. In 1993 is de Oostelijke Belterwijdte bevestigd in het kader van het onderzoek naar de beroepsvisserij in Noordwest-Overijssel (Klinge & Grimm, 1994a). Ook de Beulakerwijdte is in het kader van dit onderzoek in 1993 bevestigd. In 1994 kon de Oostelijke Belterwijdte door omstandigheden niet bevestigd worden en is uitgeweken naar de Beulakerwijdte. De resultaten van deze bemonstering zijn beschreven in Klinge & Kampen (1995c). In tabel 4.4. worden de schattingen van de bestanden in beide wateren gepresenteerd en afgezet tegen de visstand in het Duinigermeer voor de reductievisserij.

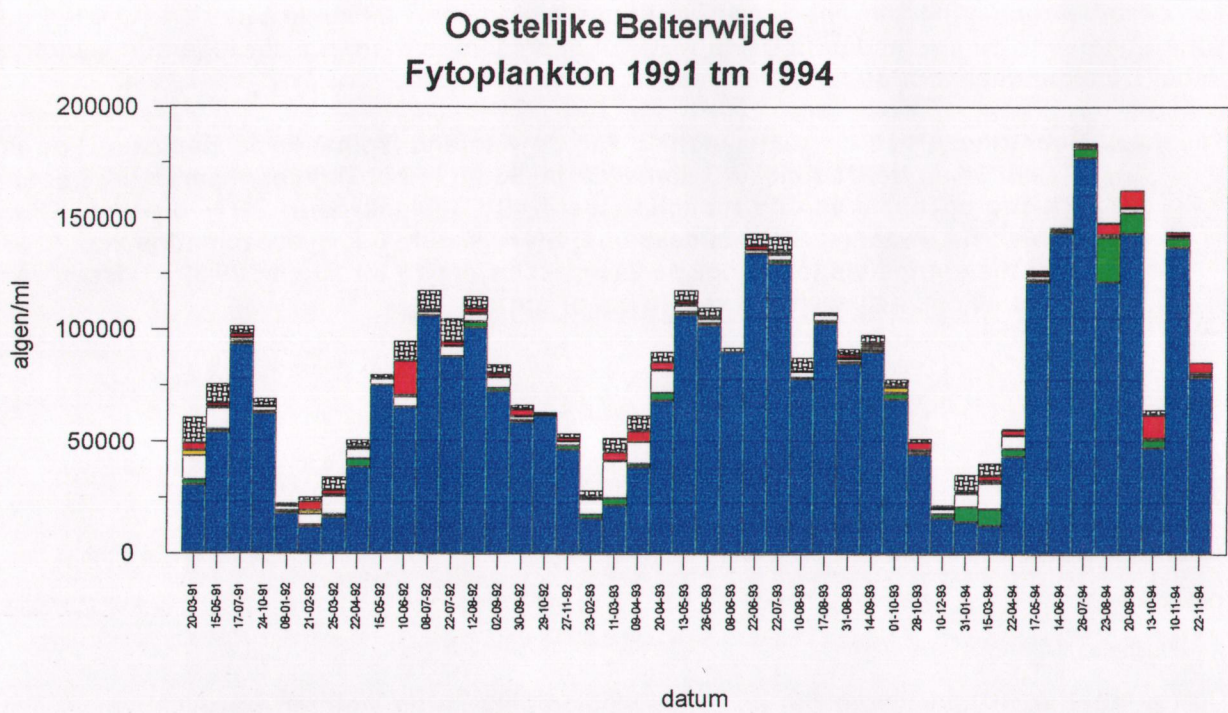
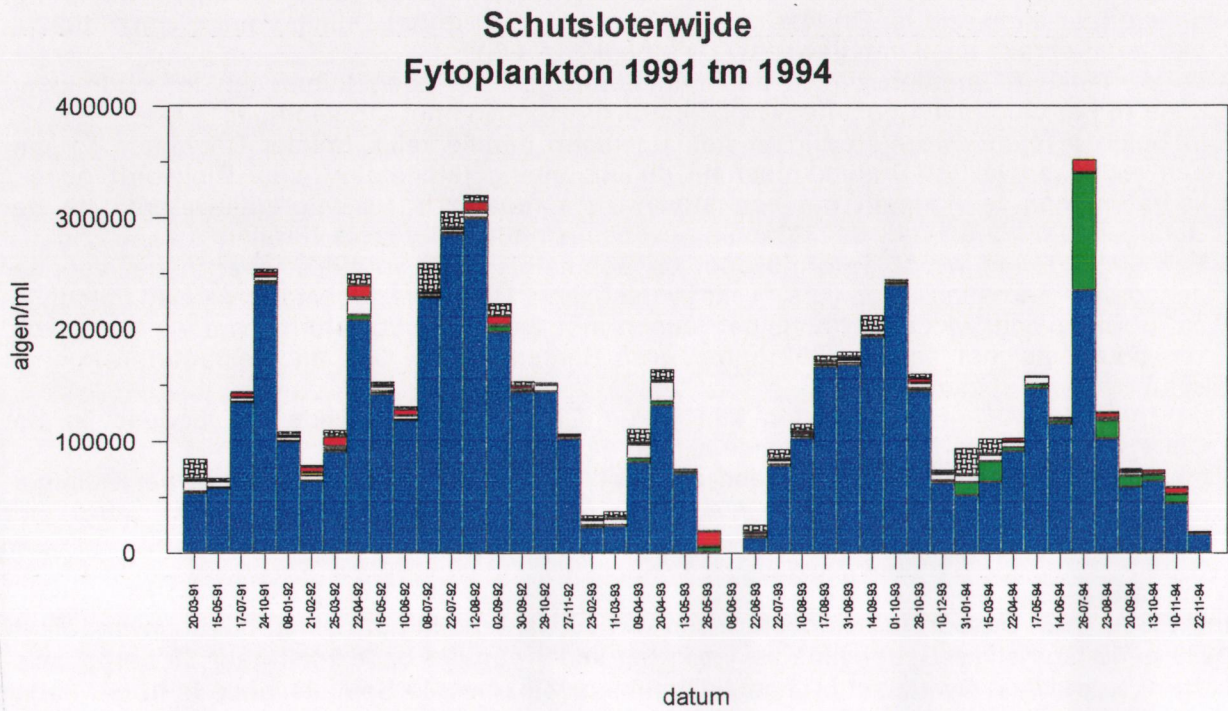
Tabel 4.4. Schattingen van de samenstelling van de visstand (kg/ha) in de Beulakerwijdte in '93 en '94, in de Oostelijke Belterwijdte in '93 en in het Duinigermeer in '92 (reconstructie op basis van de reductievisserij). BV= blankvoorn; BR= brasem; KB= kolblei; BA= baars; SB= snoekbaars; SN= snoek; 0+ = eenzomerige vis; >0+ - 14 = meerjarige vis tot 15 cm; 15-24 = vissen van 15 tot 25 cm; 25-39 = vissen van 25 tot 40 cm; ≥40 = vissen van 40 cm of groter

	bv			br					kb tot	ba		pos tot	sb		sn tot.	overlig *	totaal
	0+	>0+ - 14	15-24	0+	0+ - 14	15-24	25-39	≥40		0+	>0+		0+	>0+			
Beulakerwijdte '93	0,6	25,7	3,09	0,3	8,9	19,5	22,7	2,9	16,9	18,6	0,9	18,7	0,3	0,5	n.b.	4,3	144
Beulakerwijdte '94	13,0	11,7	6,2	4,9	12,0	24,7	35,5	10,0	3,7	5,7	8,8	29,0	0,3	1,3	0,9	0,1	168
Oostelijke Belterwijdte '93	2,0	17,0	2,6	7,5	33,8	39,3	25,5	-	-	3,9	0,3	25,5	0,1	0,4	0,5	5,4	164
Duinigermeer '92	7,8	37,8	2,6	3,2	8,6	6,7	34,7	17,5	-	2,5	0,6	4,1	-	-	7,3	1,6	135

*) exclusief aal

Uit de tabel komt naar voren dat de totale visbiomassa in de wateren vergelijkbaar is. Dit hangt zeer waarschijnlijk samen met het gehalte aan beschikbare nutriënten, dat in de referentiewateren slechts weinig hoger ligt dan in het Duinigermeer (zomergemiddeld totaal-P gehalte in 1993 0,10 in het Duinigermeer versus 0,11 à 0,12 mg/l in de Beulakerwijdte en de Oostelijke Belterwijdte; zie ook Klinge & Grimm, 1994a).

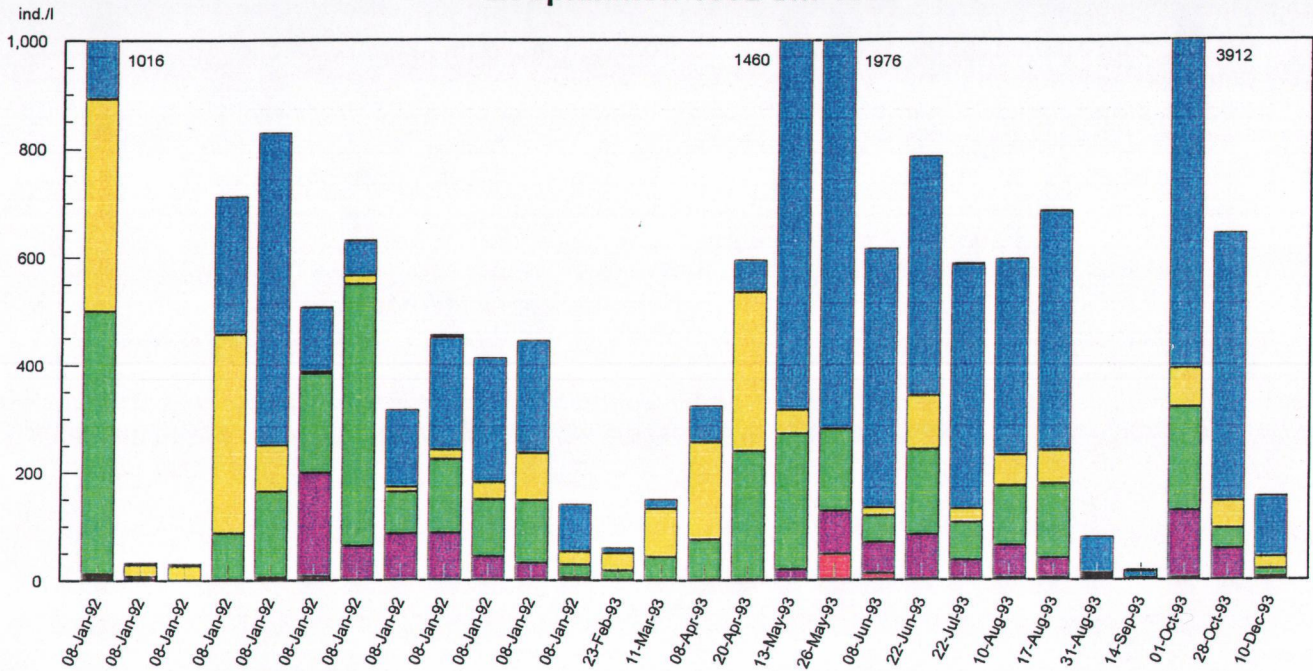
Afbeelding 4.15. Verloop van de algensamenstelling in de referentiewateren, van 1992 t/m 1994



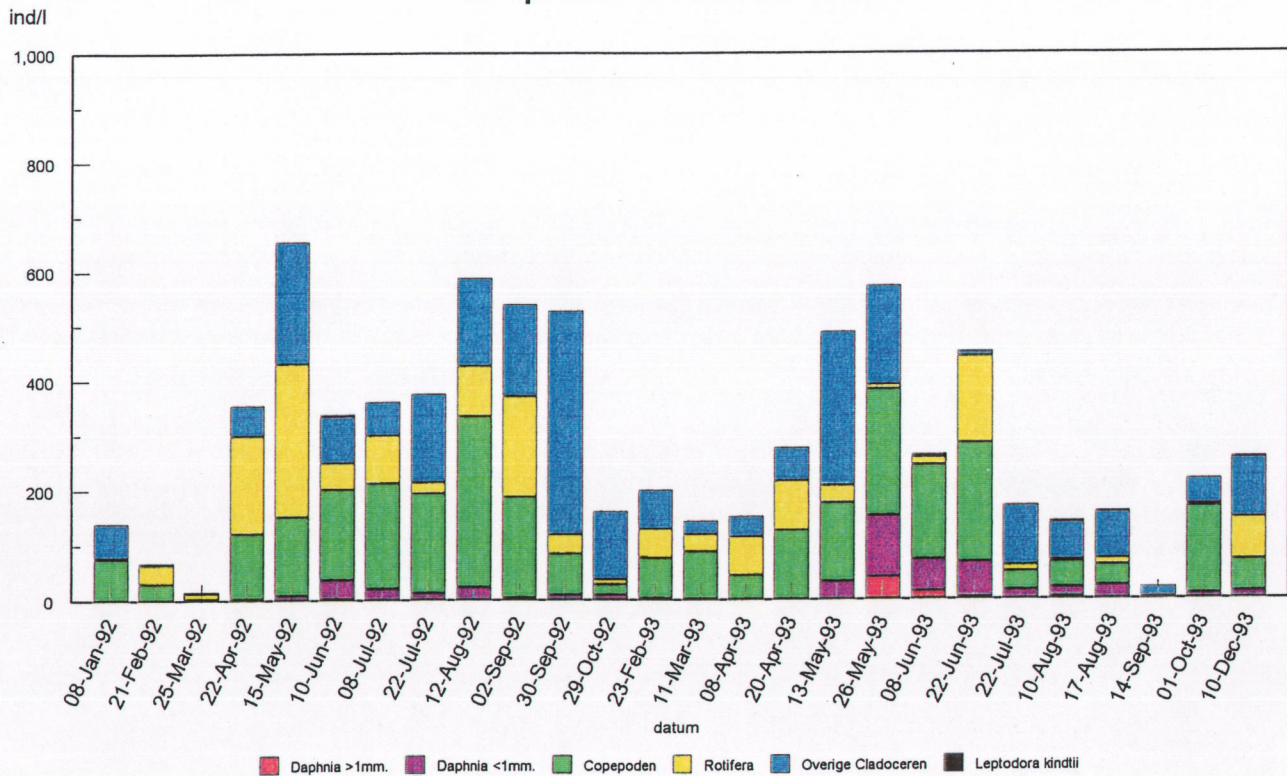
- | | | |
|---|---|--|
| ■ Blauwalgen | ■ Groenalgen | Kiezelalgen |
| ■ Goudalgen | ■ Flagelaten | Rest |

Afbeelding 4.16. Verloop van de samenstelling van het zoöplankton in de referentiewateren in 1992 en 1993

Oostelijke Belterwijdje Zoöplankton 1992 t/m 1993



Schutslooterwijdje Zoöplankton 1992 t/m 1993



De gevonden biomassa's komen goed overeen met de verwachting op basis het (zomergemiddelde) totaal-P gehalte (Hanson & Leggett, 1982; Grimm & Backx, 1990). Hieruit kan afgeleid worden dat het functioneren van de wateren in termen van produktiviteit en visbiomassa vergelijkbaar is met andere wateren met een zand/veen bodem en zich laat karakteriseren aan de hand van de in de waterkolom aanwezige nutriënten.

De soortensamenstelling is eveneens in grote lijnen vergelijkbaar. Er zijn echter enkele duidelijke verschillen:

- het bestand aan pos is in het Duinigermeer duidelijk lager dan in de Oostelijke Belterwijde en de Beulakerwijde. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door verschillen in bodemsamenstelling; de slappe veenmodder in het Duinigermeer wordt niet door pos geprefereerd. In de andere wateren is de bodem duidelijk harder;
- het bestand aan snoek is in het Duinigermeer groter dan in de andere wateren. Dit hangt samen met de areaalbedekking met emergente vegetatie, die in het Duinigermeer met 1-2% groter is dan in de andere wateren (in de Beulakerwijde bedraagt de areaalbedekking <0,25%; de areaalbedekking van de Oostelijke Belterwijde is niet bekend maar ligt eveneens <<1%);
- de oorzaken voor de afwezigheid van kolblei in de Oostelijke Belterwijde en het Duinigermeer zijn vooralsnog onduidelijk. Deze vissoort wordt tijdens bemonsteringen gemakkelijk gemist; in juni 1992 werd in het Duinigermeer nog wel kolblei aangetroffen (zie Backx & Klinge, 1992).

5. DISCUSSIE

5.1. De visdichte afsluiting van het meer

Uit de resultaten van het onderzoek naar de werking van de viswering kan geconcludeerd worden dat het principe van de toegepaste viswering veelbelovend is. Boten kunnen de wering goed passeren, de wering functioneert reeds geruime tijd storingsvrij en er wordt een significante reductie van de doortrek van vissen gerealiseerd. De viswering behoeft echter nog de nodige optimalisatie.

Deze optimalisatie betreft vooral de effectiviteit van de wering voor vissen <15 cm. Hoewel er onder "normale" omstandigheden nauwelijks vissen passeren wijzen de kortdurende proeven, waarbij vissen in een net voor de viswering gebracht worden (zie § 4.1.4.), erop dat de wering voor kleine vissen niet 100% "visdicht" is. Dit komt zeer waarschijnlijk voort uit het feit dat over het lichaam van kleine vissen slechts een klein potentiaalverschil ontstaat. Deze vissen zijn derhalve veel minder gevoelig voor het elektrisch veld. Pas wanneer de elektrodes dicht genaderd zijn wordt het potentiaalverschil zo groot dat het elektrisch veld opgemerkt wordt. In dit deel van het veld is sprake van een exponentiële stijging van de veldsterkte, waardoor er tussen afschrikken en het optreden van narcose slechts enkele centimeters liggen. Hierdoor bestaat het risico dat deze vissen verdoofd raken, waarna ze met waterstromingen passief door de borstelconstructie in het Duinigermeer kunnen stromen.

Grote vissen ervaren een veel groter potentiaalverschil en worden reeds veel verder van de elektroden afgeschrikt. Ter illustratie: Liu Qi-Wen (1990) vond een vluchtrespons van 35 cm grote zilverkarper (*Hypophthalmichthys molitrix*) bij een veldsterkte van ± 30 mV/cm. Bij 18,3 cm grote "Bighead" karper (*Aristichthys nobilis*) bedroeg deze waarde ± 40 mV/cm. Deze veldsterktes worden in het Duinigermeer reeds op een afstand van 3-6 meter van de wering bereikt.

In Klinge & Kampen (1995b) wordt een aantal mogelijkheden voor optimalisatie van de viswering gegeven. Genoemd worden:

Vissen <3 cm

Vissen kleiner dan 3 cm vormen een aparte categorie. Bijzondere eigenschappen zijn:

- ze zijn relatief ongevoelig voor elektriciteit;
- ze laten zich passief met waterstromingen meevoeren. In de situatie van het Duinigermeer, waar door wegzijging sprake is van een netto instroom van water vanuit het Giethoornse Meer, kunnen deze vissen derhalve in grote hoeveelheden "inspoelen";
- ze bevinden zich doorgaans in hoge concentraties in de oeverzone waarlangs zij zich langzaam verplaatsen, zich daarbij oriënterend op contrastrijke structuren (zoals de oeverzone).

Een verbetering van de effectiviteit van de viswering voor deze vissen kan mogelijk gerealiseerd worden met behulp van contrastrijke geleidingsschermen, waarmee de vissen van de doorgang "weggeleid" worden. De schermen zouden gemaakt kunnen worden van geotextiel, fijnmazig netwerk of smalle borstels.

In het Duinigermeer is gebruik gemaakt van een geleidingsscherm van geotextiel welke aan het remmingswerk aan de zijde van het Giethoornse meer bevestigd is. Een evaluatie van deze constructie heeft echter (nog) niet plaatsgevonden.

Vissen van 4-15 cm

Voor het verbeteren van de effectiviteit van de wering voor vissen van 4-15 cm lengte worden de volgende mogelijkheden gezien:

- verhoging van het voltage. Een bijzonder aandachtspunt hierbij is de veiligheid van de constructie voor de passanten;
- toepassing van dikkere, eventueel buisvormige elektroden. Hierdoor neemt de veldsterkte dichtbij de elektroden af, waardoor de "verdoovingszone" kleiner wordt en de "verschrikingszone" groter (zie o.a. Novotny, 1990);

- aanpassing van het pulspatroon van het elektrisch veld. Dit kan gebeuren door de frequentie en/of het aantal afzonderlijk aan te sturen groepen elektrodes te veranderen;
- het verhogen van de elektrodendichtheid;
- toepassing van buisvormige, niet geleidende constructies rondom de elektrodes. Hierdoor wordt de afstand waarop vissen de elektrodes kunnen naderen, en derhalve de maximale veldsterkte welke ze ondervinden, beperkt.

Naast optimalisatie van de viswerende werking dient ook de constructie met de elektroden verbeterd te worden, zodanig dat passerende boten geen elektroden meer kapot kunnen trekken. Hierbij wordt gedacht aan toepassing van veel grotere drijvers op de elektroden, welke minder gemakkelijk blijven haken.

5.2. De uitdunning van de visstand

De uitdunning van de visstand is uitstekend verlopen. De samenwerking met de vissers van de Algemene Bond van Binnenvissers in Noordwest-Overijssel was erg goed te noemen. De geplande strategie, waarbij gebruik gemaakt wordt van de natuurlijke verspreiding van de visstand in de winter en visconcentraties ingesloten worden, bleek zeer succesvol. Voorwaarde hierbij is wel dat alle "hoekjes en gaatjes" van het gebied nauwkeurig verkend worden op de aanwezigheid van eventuele visconcentraties. Vooral vissen <15 cm kunnen zich in de winter massaal op onverwachte plaatsen ophouden. Zo werd in het Duinigermeer ± 600 kg blankvoorn (20 kg/ha!) van 7-15 cm aangetroffen in een ± 30 meter lang uiteinde van een sloot van ± 1 meter breed en ± 60 cm diep. In een ander uiteinde van een sloot werden eveneens enkele honderden kilogrammen gevangen. In de directe omgeving van beide sloten bevond zich een lantaarnpaal. Mogelijk dat de vis aangetrokken werd door het lichtschijnsel.

De inzet van een breed scala aan vangmethodieken (zegens, keurnetten, kieuwnetten, fuiken, elektrovisapparatuur in combinatie met het afsluiten van sloten met netten en houten schotten) bleek eveneens succesvol. Hiermee worden de verschillende locaties optimaal bevestigd en wordt gewinning aan het vangtuig zoveel mogelijk voorkomen.

Het enige probleem tijdens de uitdunningsvisserijen en de opnamen van de visstand met de kuil was de aanwezigheid van een dikke laag slappe modder. Bij de reductievisserij werd hierop gereageerd door het gebruik van een grofmazige zegen in combinatie met een intensieve fuik- en elektrovisserij. Bij de opnamen van de visstand werd gebruik gemaakt van een zeer lichte kuil. Deze was evenwel alleen te gebruiken in het voor- en najaar, wanneer er geen waterplanten aanwezig waren.

5.3. De ontwikkelingen in het Duinigermeer 1993

In 1993 heeft het Duinigermeer sterk positief op de uitdunning van de visstand gereageerd. Het water werd in mei helder, met veel grote watervlooien en lage chlorofyl-a gehalten. Dit werd snel gevolgd door de opkomst van waterplanten. Deze reacties komen overeen met andere wateren waarin een reductie van de visstand van tenminste 75% heeft plaatsgevonden (bijvoorbeeld Noorderdiep, Zwemlust, Bleiswijkse Zoom, Wolderwijd-Nuldernauw).

In de loop van mei en juni overgroeiden kranswieren de bodem voor 50%. Kennelijk waren er veel vitale sporen van kranswieren in de slibbodem aanwezig. Van kranswieren is wel bekend dat deze als echte pioniers snel kunnen verschijnen wanneer de juiste omstandigheden zich voordoen. Andere plantesoorten verschijnen eveneens, maar in geringe hoeveelheden. De oorzaak voor de trage reactie van de andere waterplanten is voornamelijk niet duidelijk.

Conform de bestaande kennis van het ABB (zie hoofdstuk 2) zou de verdere ontwikkeling van het Duinigermeer in de zomer nu afhangen van twee factoren:

- de blijvende dominantie van de waterplanten (het "waterplantenspoor");
- de ontwikkeling van de visstand (het "visbiologische spoor").

In de loop van juli nam het chlorofyl-a gehalte toe tot $\pm 20 \mu\text{g/l}$ als gevolg van de opkomst van *Oscillatoria* sp. Deze opkomst viel samen met een periode van bewolkt weer met relatief weinig zonuren (zie afbeelding 4.10.). Waarschijnlijk stopten de kranswieren in deze periode met groeien en nam hun dominante effect op de algenontwikkeling af waardoor *Oscillatoria* kon profiteren. Deze gebeurtenis duidt erop dat de greep van de waterplanten op de algenontwikkeling waarschijnlijk niet sterk was.

Kennelijk was de hoeveelheid waterplanten niet groot in verhouding tot het aanbod aan nutriënten, waardoor voor hun limiterende werking (via nutriëntenopname en/of afscheiding van allelopathische stoffen) een voortdurende groei noodzakelijk was. Helaas zijn er (nog) geen betrouwbare gegevens over de nutriëntenbelasting van het meer in het groeiseizoen, zodat hierover geen harde uitspraken gedaan kunnen worden. Wel zijn er enkele aanwijzingen dat de nutriëntenbelasting van het meer behoorlijk groot is. Dit geldt vooral in het winterhalfjaar, wanneer grote aantallen vogels het meer bezoeken. Zo zorgen kolganzen voor een belasting van het Duinigermeer op jaarbasis van $0,6 \text{ g/m}^2/\text{j}$. Smienten en wilde eenden zorgen voor respectievelijk $0,1$ en $0,05 \text{ g/m}^2/\text{j}$ (de Vries, 1994). Afgezet tegen de jaarlijkse belasting van de gehele boezem van Noordwest-Overijssel, die exclusief vogels $0,84\text{-}1,31 \text{ g/m}^2/\text{j}$ bedraagt (Balirwa, 1993), betekent dit dat de vogels in het Duinigermeer voor een grote extra belasting zorgen. In hoeverre deze jaarlijkse belasting tot uitdrukking komt in het groeiseizoen is echter vooralsnog onduidelijk. Feit is dat deze belasting niet tot uitdrukking komt in het nutriëntengehalte; het zomergemiddelde totaal-P gehalte ligt met $0,1 \text{ mg/l}$ onder het gemiddelde niveau van de boezem.

Parallel aan de toename van algen nam het doorzicht eind juli af tot $70\text{-}80 \text{ cm}$. Dit was nog altijd hoger dan in 1992 ($50\text{-}60 \text{ cm}$ doorzicht), waarschijnlijk als gevolg van het lage chlorofyl-a gehalte ($20 \mu\text{g/l}$ versus $50 \mu\text{g/l}$ in '92) en een laag gehalte aan zwevend stof (zie afbeelding 4.7.). Dit laatste is waarschijnlijk het gevolg geweest van het gecombineerde effect van de lage visstand en de bodembedekkende vegetatie, welke tot oktober aanwezig bleef.

Bij de visstandontwikkeling valt het geringe recruiteringssucces van de witvissen brasem en blankvoorn op. Dit lijkt in 1993 een algemeen beeld in Nederland te zijn geweest. Slechte reclutering werd geconstateerd in o.a. het Wolderwijd-Nulderneauw, het Veluwemeer, het Zuidlaardermeer en het Volkerak-Zoommeer. Mogelijk hangt dit samen met de relatief lage zomertemperatuur (zie afbeelding 4.12.). Ook de sterke vegetatie-ontwikkeling in het Duinigermeer kan mogelijk bijgedragen hebben. Een gering recruiteringssucces van brasem, die een voorkeur heeft voor troebel water zonder waterplanten, is vaker aangetroffen in sterk begroeide wateren waarin ABB is toegepast. Voorbeelden zijn het Noorddiep en de Bleiswijkse Zoom (gegevens Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij). Een sterke verlaging van de produktie in de pelagische voedselketen (algen-zoöplankton-vissen) en/of fysieke hinder van waterplanten bij het fourageren kunnen hieraan ten grondslag liggen.

1994

Voor de ontwikkeling van het Duinigermeer was de geringe reclutering van vissen in '93 een gelukkige omstandigheid. Hierdoor konden voor '94 weer gunstige voorjaarsomstandigheden, met veel watervlooiën en lage chlorofyl-a gehalten, verwacht worden.

Dit gebeurde ook inderdaad. Alleen werd de periode van helder water in tegenstelling tot 1993 niet gevolgd door een massale opkomst van kranswieren. De ontwikkeling van kranswieren kwam traag op gang en bleef ver achter bij de ontwikkeling in '93. Een trage ontwikkeling van kranswieren werd in het voorjaar van '94 ook geconstateerd in de 180 ha grote Binnenschelde gelegen bij Bergen op Zoom. In dit water kwam de ontwikkeling pas in de tweede helft van juni op gang. Kennelijk waren de voorjaarsomstandigheden in '94 minder gunstig dan in '93. Genoemd kunnen worden:

- de lage temperatuur in het voorjaar van '94. In mei '94 bedroeg de watertemperatuur gemiddeld 15°C tegen $18,5^\circ\text{C}$ in 1993. De temperatuur waarbij de kiemingssnelheid het grootst is bedraagt 20°C (Boers, 1992). Hoewel er behoorlijke soortverschillen zijn, is voor de meeste soorten een temperatuur boven 15°C vereist (mond. med. dr. J. Simons, vakgroep Ecologie en Ecotoxicologie, Vrije Universiteit Amsterdam);

- het aantal zonne-uren was in mei '94 aanmerkelijk lager dan in '93: 147 versus 230. Dit wordt met name van invloed geacht op de groeisnelheid van kranswieren (Boers, 1992). Ook kan het door instraling de temperatuur van de bovenste laag van de bodem beïnvloeden, hetgeen weer voor kieming van belang is.

In de Binnenschelde kwamen de kranswieren in de loop van juni alsnog massaal tot ontwikkeling. Dit in tegenstelling tot het Duinigermeer. Kennelijk waren de omstandigheden in het Duinigermeer in de loop van de voorzomer minder gunstig dan in de Binnenschelde. Vooralsnog kunnen twee kenmerkende verschillen tussen het Duinigermeer en de Binnenschelde genoemd worden welke voor de ongunstige omstandigheden in het Duinigermeer kunnen hebben gezorgd:

1. Visstand

In de Binnenschelde is door natuurlijke oorzaken sprake van een geringe biomassa vis van ± 20 kg/ha, grotendeels opgebouwd uit snoek en baars. In het Duinigermeer zijn begin mei 1994 grote hoeveelheden paarijpe brasem ingetrokken (zie afbeelding 4.2.). Dit gebeurde op het moment dat het elektrisch veld van de viswering door een mankement buiten werking was. Op dat moment werd de vangkamer door een passerende boot kapot gevaren, waardoor de brasem vanuit de vangkamer in het Duinigermeer kon komen. In juni werd tijdens een indicatieve bemonstering een bestand aan brasem >25 cm van ± 54 kg/ha geschat (zie tabel 4.3.). Door bodemwoeling kan deze stand negatieve effecten hebben op de ontwikkeling van kranswieren (zie Ten Winkel & Meulemans, 1984).

In de loop van de zomer van 1994 is getracht de biomassa van de brasemstand middels visserijen met kieuwnetten te verlagen. Hoewel hierbij ruim 900 kg/ha verwijderd is (zie tabel 4.3.), werd door individuele groei van de achtergebleven vissen de totale biomassa slechts weinig verlaagd. Omdat bioturbatie vooral gecorreleerd is aan biomassa en niet zozeer aan aantallen (zie Breukelaar, 1994), had de verwijdering derhalve niet het gewenste effect. Voor een positief effect was waarschijnlijk een grotere visserijinspanning noodzakelijk geweest.

2. Een mobiele sliblaag op de bodem

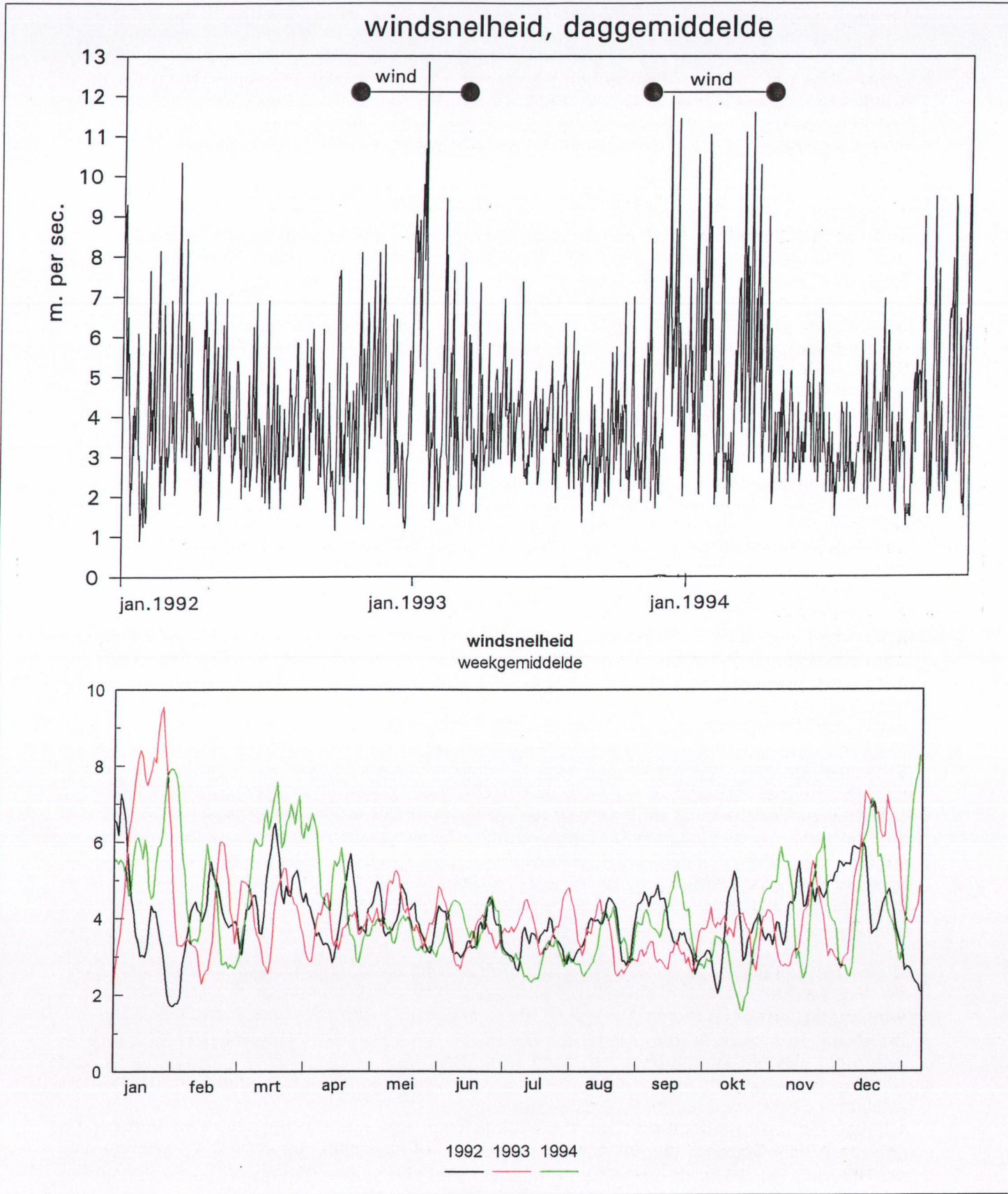
In tegenstelling tot de Binnenschelde, waar de sliblaag vrijwel geheel verwijderd is, zijn in het Duinigermeer grote hoeveelheden slib aanwezig. Beweging van slib kan sterk negatieve effecten op de ontwikkeling van waterplanten hebben (zie o.a. Jurik et al., 1994). Hopper et al. (1992) achten de kans op een goede ontwikkeling van waterplanten klein in wateren waarin door windwerking opwoeling van bodemmateriaal kan ontstaan.

Slibbeweging kan zowel door vissen, door wind of een combinatie van beide veroorzaakt worden. Uit het onderzoek naar het lichtklimaat in het Duinigermeer, uitgevoerd door de Landbouwuniversiteit Wageningen (zie § 3.2.2.4, Van Duin, 1993), komt naar voren dat windgeïnduceerde opwerveling van slib een dominante factor in het Duinigermeer is: Bij windsnelheden van windkracht 5 (windsnelheid 9 à 10 m/s) of hoger loopt de concentratie zwevend stof als gevolg van door wind geïnduceerde golven op van 15-20 mg/l tot boven de 100 mg/l; de bijdrage aan het lichtklimaat van opgewerveld materiaal loopt hierbij op tot 90% van het totaal. Dergelijke omstandigheden treden gedurende 30 tot 35% van de tijd op.

Uit **afbeelding 5.1.** blijkt dat de periode januari-april 1994 winderiger was dan 1993. Gedurende een aantal dagen lag de gemiddelde dagelijkse windsnelheid boven windkracht 5, de windkracht waarbij bodemmateriaal in de waterkolom gebracht wordt (van Duin, 1993). Het is niet uit te sluiten dat beweging van de sliblaag in deze periode negatieve effecten op de latere ontwikkeling van de kranswieren gehad heeft.

Een sterke aanwijzing dat er in 1994 in het Duinigermeer inderdaad sprake is geweest van slibbeweging is verkregen tijdens de bemonstering van de visstand in november 1994. Hierbij werd een herschikking van de sliblaag geconstateerd ten opzichte van 1992 en 1993 (Klinge, 1995). Op plaatsen waar in '92 en '93 geen hinder van slib werd ondervonden (zoals de NO-zijde van het meer) werd eind 1994 veel slib aangetroffen. De indruk bestaat dat dit slib afkomstig is van de westzijde van het meer, waar de waterdiepte lijkt toe te nemen.

Afbeelding 5.1. Verloop van de windsnelheid (in dag- en weekgemiddelde) in de omgeving van het Duiniger meer, van 1992 t/m 1994



De "basisconcentratie" aan gesuspendeerd materiaal bedroeg gedurende het onderzoek in het Duinigermeer ± 15 mg/l en kan voor een groot deel veroorzaakt worden door bodemwoelende vis (zie van Duin, 1993).

Hoewel deze concentratie relatief laag is in verhouding tot de concentraties die als gevolg van windwerking kunnen optreden kan dit reeds aanmerkelijke effecten op de zichtdiepte hebben. Zo bleek uit een onderzoek met compartimenten in het Zuidlaardermeer dat het oplopen van het gesuspendeerde stofgehalte tot 15 mg/l de zichtdiepte tot 40-50 cm deed verminderen (Klinge & van Leerdam, 1994). Dergelijke zichtdieptes kwamen in het Duinigermeer voor aanvang van het experiment voor en zijn, in combinatie met de aanwezigheid van vissen, beperkend voor het voorkomen van ondergedoken waterplanten gebleken.

Net als in 1993 komen eind juli blauwalgen op en begint de zichtdiepte af te nemen. Het chlorofyl-a gehalte blijft geleidelijk stijgen tot 90 μ g/l in december. Voor de massale opkomst van (blauw)algen kunnen de volgende mogelijke oorzaken genoemd worden:

- de achtergebleven ontwikkeling van de ondergedoken waterplanten. Hierdoor waren er geen allelopathische (algenremmende) stoffen en wel vrije nutriënten beschikbaar;
- de sterke recrutering van vis. Aan het eind van het jaar werd er een bestand aan 0+ vissen van >50 kg/ha aangetroffen. Gegeven de voedselomstandigheden in het meer, met een totaal-P gehalte van $\pm 0,1$ mg/l, is dit een maximaal bestand (zie Grimm & Backx, 1990). Deze visstand komt overeen met de omstandigheden zoals die voor aanvang van de uitdunningsvisserij werden aangetroffen; een maximaal (zoö)planktivoor bestand dat een maximale predatiedruk op het zoöplankton uitoefent. Ook is het niet uit te sluiten dat een deel van deze vis bodemvoedsel heeft gegeten, aldus een bijdrage leverend aan de opwerveling van bodemmateriaal en eventueel schade veroorzakend aan zich ontwikkelende waterplanten;
- de hoge temperatuur. De maand juli was uitzonderlijk warm en de watertemperatuur steeg tot 27°C. Dit bevordert een massale ontwikkeling van blauwalgen, hetgeen in heel Nederland tot problemen met de zwemwaterkwaliteit leidde. Ook veroorzaakte de hoge watertemperatuur in geheel Noordwest-Overijssel sterfte van zwanemosselen (Van Berkum, mond. med.).

In hoeverre de inlaat van gebiedsvreemd water vanuit de Friese boezem een rol op de algenontwikkeling in de loop van 1994 kan hebben gespeeld is niet duidelijk; daarvoor zijn er te veel factoren tegelijk in het spel geweest. In 1994 is wel gebiedsvreemd water ingelaten (zie § 5.6.5.)

Regulatie van de planktivore visstand door roofvissen heeft in het Duinigermeer geen rol van betekenis gespeeld. Weliswaar was in 1993 de predator:prooi verhouding nog gunstig (ca. 1:1), dit werd echter veroorzaakt door de geringe recrutering van de prooivisstand en niet door de regulerende werking van de snoekstand. De snoekstand wordt in de huidige situatie gelimiteerd door de hoeveelheid habitat in de vorm van emergente vegetatie en is derhalve niet in staat geweest op de sterke recrutering van het prooivisbestand te reageren. Bovendien is de kwaliteit van de aanwezige emergente vegetatie niet optimaal en wordt deze niet geheel door snoek benut, mogelijk door de belasting met slib (zie Klinge & Kampen, 1995a). Voor regulatie van de prooivisstand door snoek is een sterke uitbreiding van het areaal aan voor vissen beschikbare emergente vegetatie noodzakelijk. Gestreefd wordt naar een netto areaalbedekking van 10%, terwijl de huidige bedekking 1-2% bedraagt.

Prognose voor 1995

Net als in de andere wateren waar tot op heden succesvol ABB is toegepast, berustte de helderheid van het Duinigermeer in 1993 op het "waterplantenspoor" (zie hoofdstuk 2). Het "visbiologische spoor", met een regulatie van de prooivisstand door roofvissen, heeft in het Duinigermeer geen rol van betekenis gespeeld.

Het waterplantenspoor alleen wordt beschouwd als een relatief instabiel spoor. Dit geldt met name voor wateren waarin ABB is toegepast. In dergelijke wateren is sprake van een pioniervegetatie, die in de jaren na de ingreep snel van samenstelling en bedekkingsgraad kan veranderen.

Daarnaast kunnen ook andere factoren zoals de voorjaarsomstandigheden, de aanwezigheid van een mobiele sliblaag, ziekten en dergelijke zorgen voor fluctuaties in de areaalbedekking. Dergelijke fluctuaties kunnen leiden tot een toename van algen, met alle risico's van dien.

Ontbreekt dan ook de regulerende werking van roofvissen, dan kan de toename van algen doorzetten als gevolg van een hoge predatiedruk van prooivissen op het zoöplankton. Dit kan uiteindelijk leiden tot een algehele omslag naar troebel water.

Het visbestand bevindt zich momenteel bijna op het oude niveau. Het verschil van 5-25 kg/ha met het oude bestand wordt geheel veroorzaakt door een wat geringer bestand aan benthivore vissen (brasem >25 cm). De verwachting is gerechtvaardigd dat dit bestand in de loop van 1995 zal aangroeien tot het oude niveau.

Het bestand aan planktivore vissen is reeds maximaal. Bij een goede overleving van dit bestand mag hiervan reeds vroeg in het voorjaar van 1995 een hoge predatiedruk op het zoöplankton verwacht worden. Hierdoor kan de periode met helder water in het voorjaar aanmerkelijk verkort worden of zelfs geheel achterwege blijven. Dit betekent een slechte uitgangssituatie voor de opkomst van waterplanten. De perspectieven op een herstel van de waterkwaliteit en de terugkeer van ondergedoken waterplanten worden zonder aanvullend beheer dan ook gering geacht.

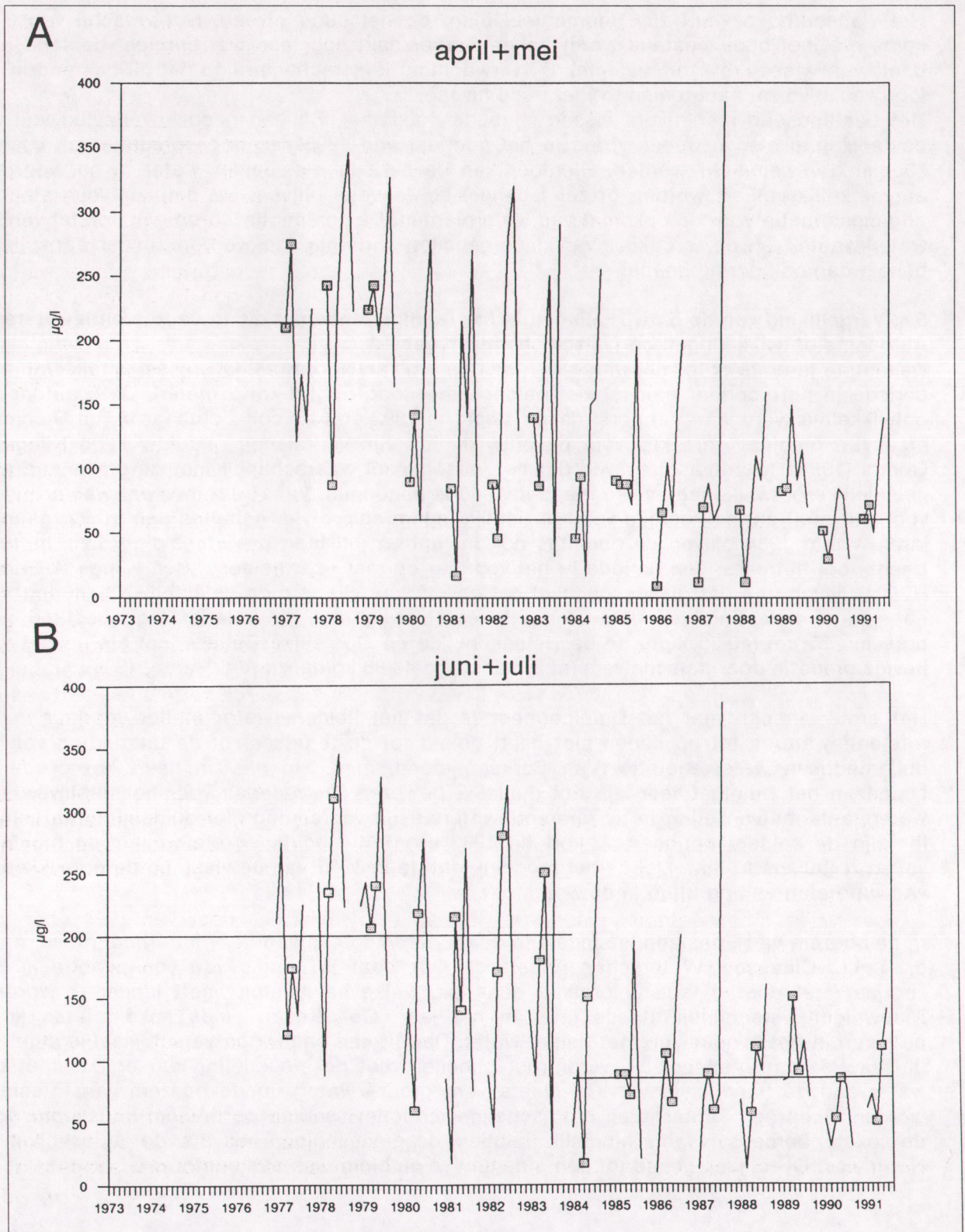
5.4. Vergelijking van de ontwikkelingen in het Duinigermeer met die in de referentiewateren Autonome ontwikkelingen op fysisch-chemisch gebied

De laatste jaren is er in veel wateren in de boezem van Noordwest-Overijssel sprake van een periode in het voorjaar met relatief helder water (doorzicht 1 tot 2 meter). Deze autonome ontwikkeling werd voor het eerst gesignaleerd in 1992 en was ook zichtbaar in het Duinigermeer. De precieze oorzaken voor de ontwikkeling zijn vooralsnog onduidelijk. In Klinge & Grimm (1994a) wordt aangegeven dat het verschijnsel waarschijnlijk het gevolg is van een geleidelijke ontwikkeling, welke reeds in 1980 is begonnen. Vanaf dat moment was er in het voorjaar (april en mei) sprake van aanzienlijk lagere chlorofyl-a gehalten dan in voorgaande jaren. Vanaf 1984 blijven de gehalten ook in juni en juli laag (zie **afbeelding 5.2.**). In 1992 treedt voor het eerst een periode in het voorjaar op met echt helder water. Klinge & Grimm (1994a) geven aan dat dit verschijnsel het gevolg kan zijn van de geleidelijke sanering van de externe belasting van de wateren in combinatie met het relatief lage bestand aan brasem >25 cm (40-60 kg/ha in de Beulakerwijde en Oostelijke Belterwijde) als gevolg van hevige predatie door aalscholvers (naar schatting 48-86 kg/ha, zie Veldkamp, 1994).

Het grote verschil met het Duinigermeer is dat het heldere water in het voorjaar in de referentiewateren tot op heden niet heeft geleid tot de terugkeer of de uitbreiding van de ondergedoken watervegetatie (Van Berkum, mond. med.). In die zin heeft het gevoerde beheer in het Duinigermeer zijn nut duidelijk bewezen. De redenen voor het uitblijven van waterplantenontwikkeling in de referentiewateren zijn vooralsnog niet duidelijk. Waarschijnlijk zijn de heldere perioden te kort (in 1993 en 1994 slechts enkele weken) en mogelijk vallen ze tevens te laat. Ook is het mogelijk dat de invloed van de visstand de ontwikkeling van waterplanten nog altijd in de weg staat.

In de boezem van Friesland is sinds een aantal jaren sprake van dezelfde trend (mond. med. dr. T.H.L. Claassen, Waterschap Friesland). Ook daar is sprake van een periode in het voorjaar met relatief lage chlorofyl-a gehalten, welke de neiging heeft langer te worden. Blauwalgen verschijnen steeds later in het jaar. Ook treden sinds enkele jaren korte perioden in het voorjaar op met helder water. Dat dit een ongewoon verschijnsel is blijkt uit de reacties van mensen, die verontrust opbellen met de mededeling dat er iets met het water aan de hand is ("zwart" in plaats van "groen" water). In de boezem van Friesland worden sinds een aantal jaren grootschalige reductievisserijen op brasem uitgevoerd door de lokale beroepsvisserij. Mogelijk hebben deze visserijen, net als de aalscholver in Noordwest-Overijssel, geleid tot een afname van de biomassa aan benthivore brasem.

Afbeelding 5.2. Verloop van het chlorofyl-a gehalte van april t/m september op monsterpunt K125, dat representatief voor de Beulakerwijde en Belterwijde beschouwd wordt. In afbeelding A zijn april en mei met een blokje gemarkeerd, in afbeelding B juni en juli. De lijnen zijn het gemiddelde over de betreffende jaren (uit Klinge & Grimm, 1994a)



In tegenstelling tot Noordwest-Overijssel vallen de heldere voorjaarsperioden in Friesland wél samen met de uitbreiding/terugkeer van ondergedoken waterplanten.

Het duidelijkste voorbeeld is het Slotermeer. In dit meer, dat overigens een relatief geringe hoeveelheid slib bevat, werden in 1994 voor het eerst sinds 20 jaar weer fonteinkruiden en kranswieren gevonden. Een toename van de ondergedoken watervegetatie in Noordwest-Overijssel is op basis van de ontwikkelingen in de Friese boezem niet uit te sluiten. In hoeverre dit verschijnsel kan leiden tot een duurzaam herstel van de ondergedoken watervegetatie zodanig dat deze invloed op de waterkwaliteit uitoefent (het "waterplantenspoor", zie § 3.2.), is niet geheel met zekerheid te zeggen. Zonder aanvullend beheer (aanpak slibproblematiek, oeverontwikkeling en dergelijke, zie verder) wordt de kans op een **duurzaam** herstel echter gering geacht.

Fyto- en zoöplankton

In de referentiewateren is sprake van een sterke dominantie van blauwalgen, veel sterker dan in het Duinigermeer. Hiervoor zijn diverse mogelijke oorzaken aan te geven. Als mogelijkheden op fysisch-chemisch gebied kunnen de wat hogere nutriëntengehaltes en de sterkere windwerking in de referentiewateren genoemd worden. Beide factoren kunnen blauwalgen bevorderen. Ook de afwezigheid van grote watervlooien in de referentiewateren kan mogelijk aan de dominantie van blauwalgen bijdragen. In het Duinigermeer valt de aanwezigheid van Daphnia's >1 mm samen met lage hoeveelheden blauwalgen (zie ook ZWO, 1995). Hetzelfde geldt voor de Schutsloterwilde in het voorjaar van 1993 (zie afbeelding 4.15. en 4.16.). De situatie met grote Daphnia's en lage hoeveelheden blauwalgen geeft aan dat met visstandbeheer de dominantie van blauwalgen wellicht doorbroken kan worden.

Visstand

De soortensamenstelling van de visstand in de referentiewateren en het Duinigermeer vertoont enige verschillen, welke teruggevoerd kunnen worden op verschillen in inrichting, zoals de areaalbedekking met vegetatie en de bodemsamenstelling. Het functioneren van de visstand in de referentiewateren in termen van biomassa en produktie komt in grote lijnen overeen met het Duinigermeer en andere, vergelijkbare wateren met een zand/veen bodem. De biomassa en produktie van de visstand laten zich karakteriseren aan de hand van het nutriëntengehalte in de waterkolom (zie Klinge & Kampen, 1995c). Dit betekent dat het reduceren van de in het water aanwezige nutriënten, hetgeen reeds een aantal jaren in Noordwest-Overijssel speelt, in zowel het Duinigermeer als de referentiewateren vergelijkbare effecten op de algehele produktiviteit van het water inclusief de biomassa en produktie van de visstand heeft (gehad). Dit is van belang in het kader van de vertaalbaarheid van de resultaten van het Duinigermeer naar grotere delen van Noordwest-Overijssel (zie § 5.6.).

5.5. Conclusies ten aanzien van ABB in het Duinigermeer

De ontwikkelingen in 1993 hebben aangetoond dat een drastische reductie van de visstand sterk positieve reacties in het Duinigermeer teweeg kan brengen, welke resulteren in een massale terugkeer van de ondergedoken watervegetatie. De ontstane situatie is echter niet stabiel gebleken, getuige de ontwikkelingen in 1994. Als belangrijkste factoren voor deze instabiliteit worden gezien:

1. ongunstige groeiomstandigheden voor kranswieren in het voorjaar van 1994 door een lage temperatuur en weinig zon;
2. intrek van brasems, die via bioturbatie negatieve effecten op de ontwikkeling van waterplanten hebben;
3. beweging van de slibbodem door wind;
4. het ontbreken van een voldoende grote moeraszone met emergente vegetatie, ter bevordering van de snoekstand.

De aanwezigheid van veel slib en de geringe hoeveelheid emergente vegetatie werden voor aanvang van het project reeds als aandachtspunten gesignaleerd (zie de oorspronkelijke opzet van het onderzoek, § 3.2.1.), maar zijn in het kader van het project niet aangepakt. De resultaten van het experiment hebben de noodzaak tot aanpak van deze factoren bevestigd.

Samenvattend kan gesteld worden dat een sterke reductie van de visstand als onderdeel van Actief Biologisch Beheer op zich een goede beheersmaatregel is gebleken om tot ecologisch herstel van het Duinigermeer te komen. Het beheer van de visstand alleen is echter onvoldoende gebleken. Visstandbeheer dient onderdeel uit maken van een pakket van integrale maatregelen, waar aanpak van de slibproblematiek en moerasontwikkeling onderdeel van uitmaken.

5.6. Vertaalbaarheid van de resultaten naar grotere delen van Noordwest-Overijssel

Tussen het Duinigermeer en de andere wateren in Noordwest-Overijssel bestaan een aantal kenmerkende verschillen, zoals uit de vergelijking van de resultaten van het Duinigermeer en de referentiewateren (§ 5.4.) naar voren is gekomen. Deze verschillen worden van belang geacht voor de vertaalbaarheid van de resultaten van het Duinigermeer naar grotere delen van Noordwest-Overijssel. Onderstaand wordt hier aan de hand van een aantal factoren, welke van groot belang geacht worden voor een succesvolle toepassing van ABB in grotere delen, nader op ingegaan.

5.6.1. Herstel ondergedoken waterplanten

De terugkeer op grote schaal van de ondergedoken watervegetatie (>50% van de bodem bedekt) dient centraal te staan en is een randvoorwaarde voor succes. De potenties voor herstel zijn in het Duinigermeer duidelijk gebleken. Er is geen reden om te veronderstellen dat deze potenties in andere wateren in Noordwest-Overijssel afwezig zullen zijn. Of de potenties ook daadwerkelijk gerealiseerd zullen worden hangt echter af van een aantal factoren, zoals:

- de omvang van de in de bodem aanwezige zaadbank;
- de aanwezigheid van mobiel bodemslib;
- de samenstelling van de bodem in relatie tot verstoring door vissen en recreatievaart.

Met name in grote wateren blijkt het herstel van ondergedoken waterplanten traag te kunnen verlopen, veel trager dan in kleine wateren (zie ook § 2.4.). Zo bleek de kolonisatie van de bodem van het 2700 ha grote Wolderwijd-Nuldernauw met kranswieren slechts langzaam te verlopen. In drie opeenvolgende jaren waarin grootschalige reductievisserijen werden uitgevoerd nam de areaalbedekking toe van 1% in 1991, naar 5% in 1992 en 17% in 1993 (zie Hosper et al., 1994). Dit kan ondermeer samenhangen met de aanwezigheid van een beperkte zaadbank in de bodem, waardoor de uitbreiding het gevolg is van een (beperkte) kolonisatie vanuit aanwezige vegetatiekernen (zie Meijer & Hosper, 1995). Ook de sterkere werking van windgolven en de effecten daarvan (o.a. erosie en opwerveling van sediment) kunnen zorgen voor minder gunstige omstandigheden dan in kleine wateren. Momenteel zijn het RIZA en de Vrije Universiteit Amsterdam bezig met een onderzoek naar kranswieren in ondermeer het Wolderwijd-Nuldernauw en het Veluwemeer.

De effecten van recreatie zijn voornamelijk onzeker. In het Duinigermeer is geen recreatievaart toegestaan, in tegenstelling tot vele andere wateren in Noordwest-Overijssel. Negatieve effecten van recreatie op ondergedoken waterplanten kunnen bestaan uit directe, mechanische schade door boten, maar ook uit indirecte schade via het opwerpen van bodemmateriaal. Zo vond Van Schaik (1985) dat een vaarintensiteit van één boot per dag voldoende was om (via opwerveling van bodemmateriaal) de vegetatie van gedoord hoornblad en blaasjeskruid in de Nieuwkoopse Plassen te doen verdwijnen. In slibrijke gebieden kan het derhalve noodzakelijk zijn om recreanten, met name gemotoriseerde vaart, al dan niet tijdelijk te weren. Maar ook in minder slibrijke wateren kan directe, mechanische schade door recreatie de gewenste dominantie van de ondergedoken watervegetatie verhinderen. Een (tijdelijke) zonering van recreatie, met name gemotoriseerde vaart, in perioden dat de vegetatie zich ontwikkelt (mei-juni) kan nodig blijken. Hierover bestaat echter geen zekerheid.

5.6.2. Moerasontwikkeling

Naast een grootschalig herstel van ondergedoken waterplanten ("het waterplantenspoor", zie hoofdstuk 2) wordt een regulatie van de (prooi)visstand door roofvissen van groot belang voor ecologisch herstel geacht (het "visbiologische spoor", zie hoofdstuk 2).

Voor het realiseren van regulatie is een sterke toename van de roofvisstand noodzakelijk. Met name snoek is een onmisbare roofvis in plantenrijke wateren. Deze soort is sterk afhankelijk van de aanwezigheid van emergente vegetatie (zie § 2.3.1.). Uitgaande van de huidige produktiviteit van het water (totaal-P rond 0,1 mg/l) wordt, net als in het Duinigermeer, in andere delen van Noordwest-Overijssel een netto areaalbedekking met emergente vegetatie van 10% van het wateroppervlak nagestreefd.

Het realiseren van een dergelijke areaalbedekking is in grote wateren geen eenvoudige zaak. Het grote wateroppervlak in verhouding tot de oeverlengte maakt dat de huidige grote meren per definitie een relatief geringe areaalbedekking hebben. Ter illustratie: in de Beulakerwijde, waar een groot deel van de oeverzone uit een rietkraag bestaat, bedraagt de areaalbedekking desondanks <0,25%.

Vroeger werd de benodigde areaalbedekking in veel meren gerealiseerd door de aanwezigheid van een natuurlijk waterpeilverloop. In het winterhalfjaar liepen de oeverlanden van het meer onder water, waardoor een grote uitbreiding van de areaalbedekking met opgaande vegetatie werd bereikt (zie **afbeelding 5.3.**). In het voorjaar paaide snoek in deze ondergelopen oeverlanden en groeiden de larven er op. Met de dalende waterstand in de loop van het voorjaar kwamen de jonge snoekjes vanzelf in het meer terecht, waar ze vanuit de ondergedoken watervegetatie hun regulerende werk konden verrichten (zie ook Klinge & Hartog, 1995; Grimm & Klinge, 1995).

In hoofdstuk 6 worden aanbevelingen gedaan om tot een uitbreiding van de areaalbedekking met emergente vegetatie te komen.

5.6.3. Nutriëntenniveau

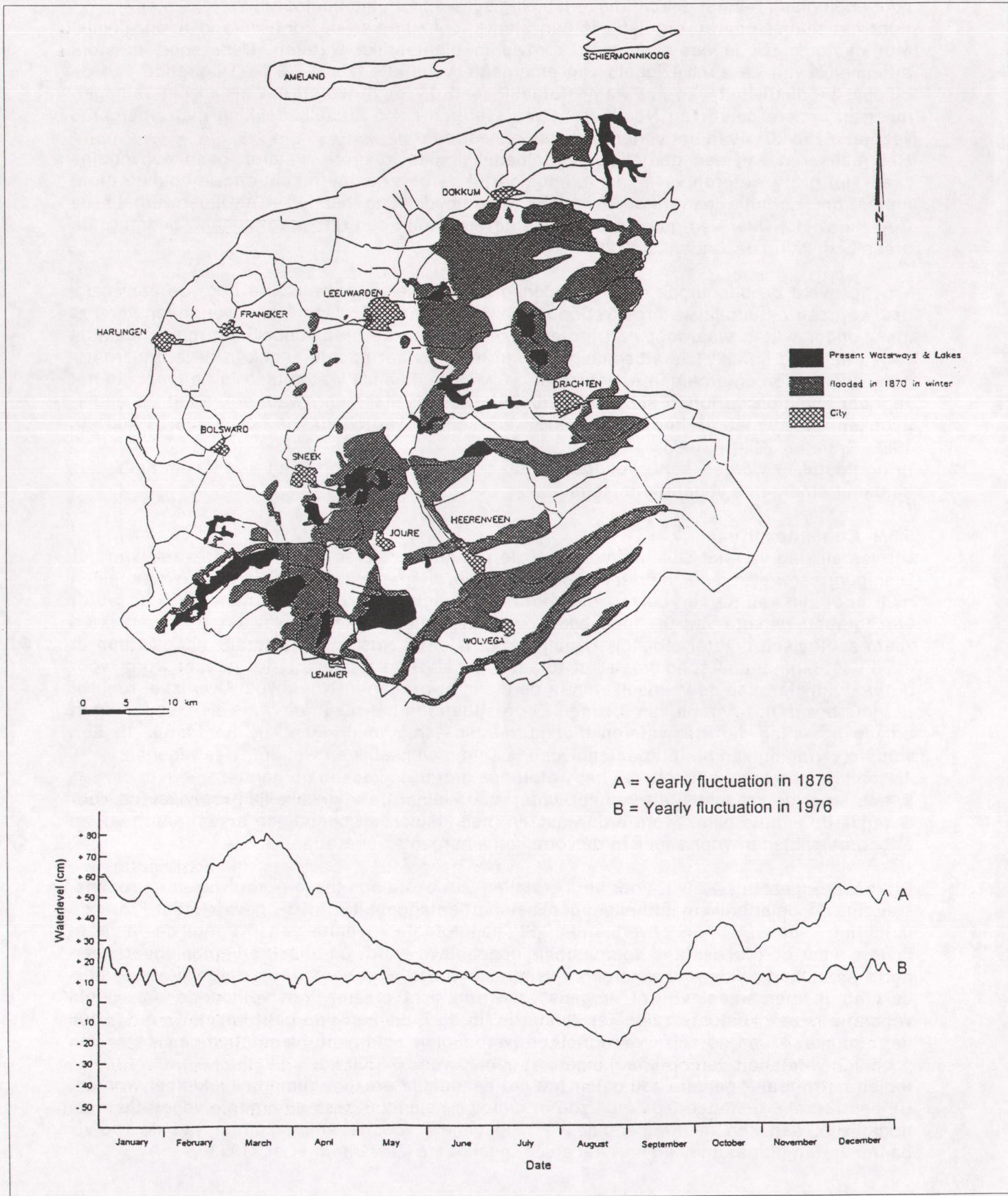
Uit vergelijking van het Duinigermeer met de referentiewateren blijkt dat het water van het Duinigermeer wat minder nutriënten bevat dan de referentiewateren. Hoewel de verschillen niet groot zijn kan dit van belang zijn voor het ecologisch herstel. Voor meren >10 ha wordt een totaal-P gehalte van 0,1 mg/l beschouwd als een kritieke grens waaronder een duurzaam ecologisch herstel mogelijk geacht wordt (zie o.a. Hosper & Jagtman, 1990; Grimm et al., 1992). Momenteel schommelt het totaal-P gehalte dat representatief geacht wordt voor de produktiviteit van de voedselketen in de meeste wateren in Noordwest-Overijssel rond of net iets boven deze grens van 0,1 mg/l. Deze situatie is het resultaat van vele inspanningen om de belasting van de wateren met nutriënten terug te dringen (zie hoofdstuk 1). Een verdere verlaging van het nutriëntenniveau is echter wenselijk en wel om twee redenen:

1. hoe lager de produktiviteit van het water, hoe groter de kansen op herstel;
2. hoe lager de produktiviteit van het water, hoe kleiner de noodzakelijke roofvisstand voor regulatie van de planktivore prooivisstand, hoe kleiner het benodigde areaal aan paai- en opgroeigebieden voor snoek in de vorm van emergente vegetatie.

Dit is uiteengezet in § 2.3.1. Voor het herstellen van de balans tussen prooivissen en roofvissen zijn de belangrijkste stuurknoppen het nutriëntengehalte (in dit geval totaal-P) en de inrichting met water- en oeverplanten. Bij een totaal-P gehalte van 0,1 mg/l is in grote meren, waar de roofvisstand voornamelijk opgebouwd wordt uit snoek en (snoek)baars, een netto areaalbedekking met emergente vegetatie van 10% gewenst. Een dergelijke areaalbedekking is momenteel vrijwel nergens aanwezig. Het creëren van voldoende emergente vegetatie is een kostbare zaak. Ter illustratie: in de Beulakerwijde gaat het netto om ±100 ha; afhankelijk van de wijze van inrichten (verhouding emergente vegetatie:open water van 1:1 à 1:2) vereist dit een optimaal ingericht gebied van 200-300 ha.

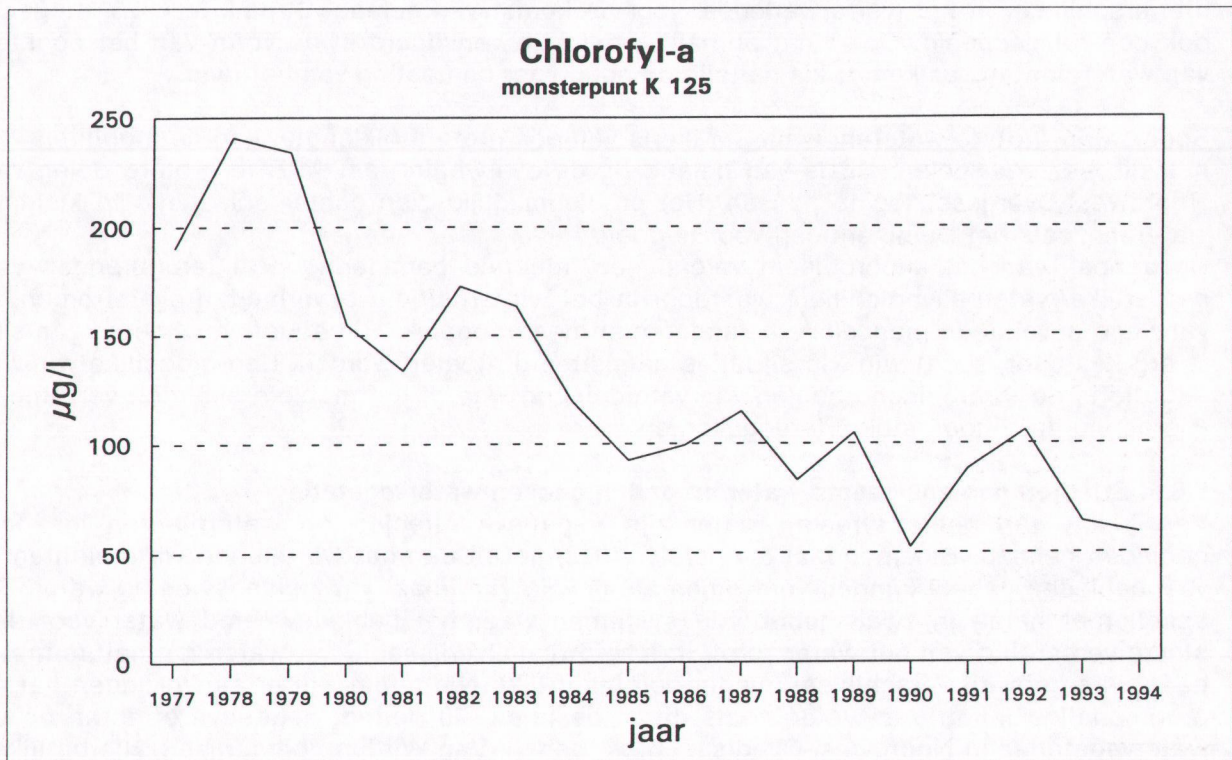
Indien het totaal-P gehalte zou dalen zou het benodigde areaal aanmerkelijk kleiner worden. Bij een totaal-P gehalte <0,04 mg/l zou in principe helemaal geen emergente vegetatie meer nodig zijn; dan kan de regulerende werking geheel voor rekening komen van de roofvisbaars, al dan niet aangevuld met aal en/of snoekbaars (zie Grimm et al., 1992).

Afbeelding 5.3. Verloop van de waterstand in Friesland in 1876 en in 1976



Het realiseren van een verdere afname van de nutriëntengehaltes is echter geen eenvoudige opgave. De meeste zogenaamde puntbronnen van belasting zijn gesaneerd. De resterende belasting bestaat grotendeels uit diffuse bronnen zoals landbouw en recreatie. Sanering hiervan is een kostbare zaak (zie o.a. De Ruiter, 1992). Overigens is het niet ondenkbaar dat het chlorofyl-a gehalte, dat vanaf 1980 duidelijk is gaan dalen (zie **afbeelding 5.4.**), in de toekomst nog wat verder zal afnemen. De variatie van de laatste jaren lijkt echter te duiden op een stabilisatie van het gehalte.

Afbeelding 5.4. Verloop van het zomergemiddelde chlorofyl-a gehalte op monsterpunt K125 (Beulakerwilde), van 1977 t/m 1994



5.6.4. Slibproblematiek

Aanpak van het slibprobleem wordt van groot belang voor een duurzaam ecologisch herstel geacht. Niet alleen speelt dit in het Duinigermeer een rol, het geldt voor geheel Noordwest-Overijssel. De belangrijkste problemen van slib zijn als volgt samen te vatten:

- opgewerveld slib verrijkt de waterkolom met nutriënten;
- opgewerveld slib troebelt de waterkolom en bevoordeelt daardoor de dominantie van blauwalgen;
- mobiel slib kan de kieming en een goede worteling van waterplanten hinderen.

Omdat een overgroeiing van de bodem met waterplanten cruciaal geacht wordt voor ecologisch herstel, wordt aanpak van de slibproblematiek noodzakelijk geacht. Het slib, dat in grote hoeveelheden in Noordwest-Overijssel aanwezig is, kan voor een deel gezien worden als een erfenis uit een eutroof verleden, met een zeer hoge produktie van detritus dat niet geheel afgebroken wordt. Daarnaast speelt (onvolkomen) mineralisatie van veen als gevolg van inlaat van gebiedsvreemd water een rol: de zogenaamde "interne eutrofiëring" (zie o.a. Roelofs & Cals, 1989; Van Wirdum, 1991). Over het precieze mechanisme van interne eutrofiëring bestaat overigens nog de nodige onduidelijkheid (zie o.a. Koerselman & Verhoeven (1993).

Beide processen (een hoge detritusproductie en interne eutrofiëring) spelen momenteel nog altijd een rol in het gebied. Voor het creëren van een balans tussen productie en mineralisatie zou de produktiviteit van het water ver moeten dalen, waarschijnlijk tot onder het niveau van een P-gelimiteerd water met een totaal-P gehalte van 0,04 mg/l (thans \pm 0,1 mg/l). Tevens zou de inlaat van gebiedsvreemd water geheel moeten stoppen. Het realiseren van beide doelen wordt zeer problematisch geacht.

In eutrofe wateren met een natuurlijk waterpeilverloop wordt in de winter veel van het in het groeiseizoen geproduceerde slib op de ondergelopen oeverlanden afgezet. Dit proces speelde vroeger een belangrijke rol in de Friese meren (afbeelding 5.3.), waar het slib als mest voor de boeren diende. Op deze manier was er, ondanks een overproductie van detritus in de meren, toch geen sprake van een slibprobleem. In Noordwest-Overijssel heeft dit verschijnsel in het (verre) verleden, voor de komst van gemaal Stroink in 1920, mogelijk ook een rol gespeeld. Ook werd primaire produktie verwijderd in de vorm van het oogsten van waterplanten, welke net als het slib dienden voor bemesting van het land.

Speciaal in grotere wateren, waar sprake is van een grote strijkengte, kan de mobiliteit van het slib een rol spelen. Dit is van belang bij de overweging om ABB in grotere delen van Noordwest-Overijssel toe te passen. Het probleem blijkt zich echter ook reeds in kleinere wateren (zoals het Duinigermeer) voor te doen.

De aanpak van het slibprobleem vereist een integrale benadering. Het terugbrengen van natuurlijke waterpeilverschillen, waardoor in het winterhalfjaar oeverlanden overstroomd, is vanwege gevestigde menselijke belangen niet meer mogelijk. Het actief verwijderen van slib is erg kostbaar, zodat win-win situaties nagestreefd moeten worden. Een mogelijke win-win situatie is de strategische aanleg van verdiepingen waarin het mobiele slib zich verzameld. Hierop wordt in hoofdstuk 6 teruggekomen.

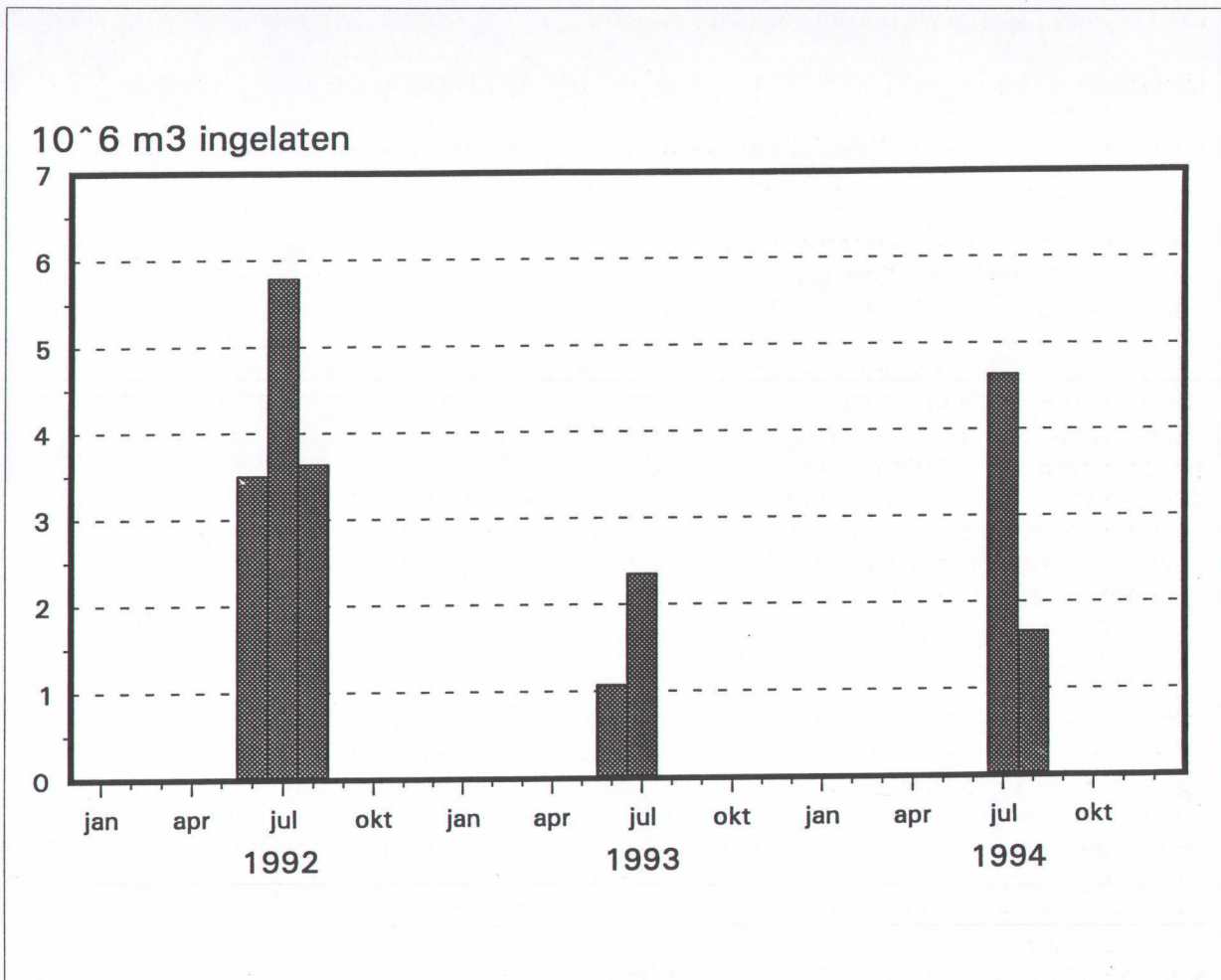
5.6.5. Effecten gebiedsvreemd water op ondergedoken watervegetatie

Van inlaat van gebiedsvreemd water zijn negatieve effecten op waterplanten in veengebieden bekend. Bloemendaal & Roelofs (1988) geven aan dat wortelende waterplanten in veengebieden geheel kunnen verdwijnen als gevolg van inlaat van gebiedsvreemd water. Dit speelt met name in zwak gebufferde systemen waar het gebiedsvreemd water voor een sterke verharding van het water zorgt. In Noordwest-Overijssel is het water van nature matig hard, waardoor dit verschijnsel minder dominant lijkt. Niettemin zijn er aanwijzingen dat de grootschalige inlaat van water, zoals dit in de jaren '70 optrad, negatieve effecten op de watervegetaties in Noordwest-Overijssel heeft gehad (Van Wirdum, pers. med.). Hierbij lijken vooral indirecte effecten, zoals interne eutrofiëringsverschijnselen door nalevering van P uit de bodem (zie § 5.6.4.), een rol te spelen.

Gedurende het experiment is er sprake geweest van inlaat van (Ijsselmeer)water vanuit Friesland (zie **afbeelding 5.5.**). In 1993 had deze inlaat geen aantoonbare effecten op de ontwikkeling van de kranswieren. Hoewel de inlaat zichtbaar was in de waterkwaliteit van het Duinigermeer, was de totale hoeveelheid ingelaten water niet groot. Bovendien ligt het meer relatief geïsoleerd ten opzichte van de boezem. Beide feiten maken dat er op basis van 1993 niet geconcludeerd kan worden dat het inlaatwater nooit negatieve effecten zal hebben. Zeker de lange termijn effecten zijn onzeker. Of de inlaat van water in 1994 negatieve effecten heeft gehad is eveneens niet zeker, gezien alle andere factoren die dat jaar in het spel zijn geweest (zie § 5.3.).

De inlaat van gebiedsvreemd water blijft in de toekomst een rol spelen. Wanneer de inlaat verplaatst wordt van de Linthorst-Homansluis in het noorden van het gebied (inlaat vanuit Friesland) naar gemaal Stroink, zal de invloed in de grote meren van het gebied waarschijnlijk alleen maar groter worden. In hoeverre hier, bij toepassing van ABB in grotere delen van het gebied, negatieve effecten op het herstel van de ondergedoken watervegetatie van ondervonden zal worden, is niet geheel duidelijk. Feit is echter dat in het watertype dat ingelaten wordt ook vele soorten ondergedoken waterplanten aangetroffen worden, zoals waterpest en diverse soorten kranswieren en fonteinkruiden.

Afb 5.5. Verloop van de maandelijkse hoeveelheid (gebiedsvreemd) water welke gedurende het experiment vanuit de Friese boezem in Noordwest-Overijssel is gelaten (gegevens Waterschap Friesland)



Een terugkeer van meer robuuste soorten mag derhalve verwacht worden. De effecten van het inlaatwater op de nutriëntenhuishouding in het gebied blijven eveneens een punt van aandacht. Nalevering van nutriënten vanuit de bodem is sterk ongewenst, zeker gezien het nutriëntengehalte dat nagestreefd moet worden (zie § 5.6.3.).

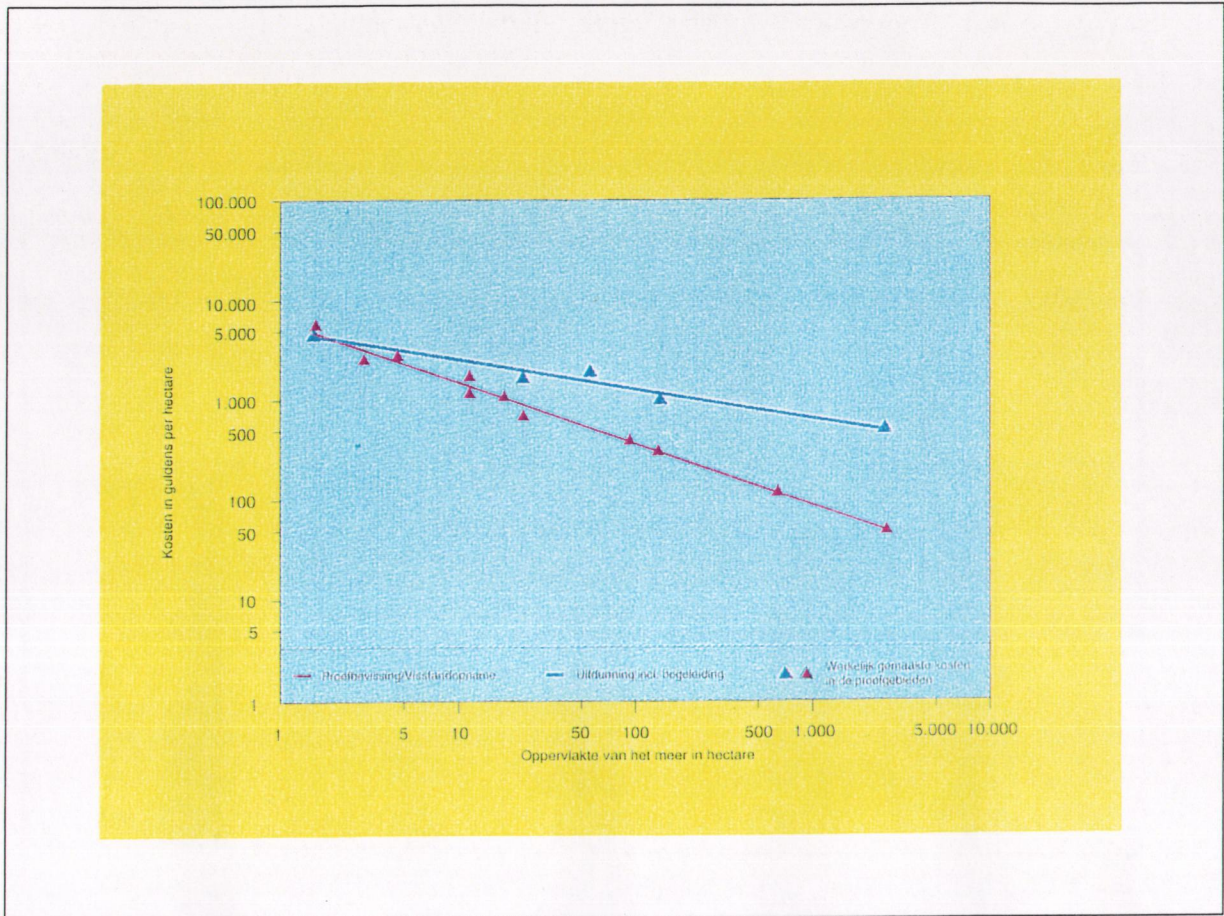
5.6.6. Viswering

Vooralsnog wordt het aanbrengen van (al dan niet tijdelijke) visweringen, teneinde na reductie van de visstand kolonisatie vanuit aanliggende wateren tegen te gaan, van groot belang geacht om ecologisch herstel te realiseren. De viswering in het Duinigermeer is van een bruikbaar principe, maar dient nog wel geoptimaliseerd te worden en kan niet overal toegepast worden. Vooral in wateren met beroepsbinnenvaart is sprake van geheel andere dimensies welke aangepaste technieken en kostbaardere maatregelen vereisen. In het kader van het project Duinigermeer zijn deze technieken niet ontwikkeld. Dit zal moeten gebeuren alvorens in deze wateren ABB met succes toegepast zal kunnen worden.

5.6.7. Financiën

De kosten voor uitvoering van de reductievisserij in het Duinigermeer hebben, inclusief begeleiding, ongeveer f 100.000,- bedragen. De overige kosten betreffen onderzoek naar de ontwikkeling van de visstand, de aanleg en evaluatie van de viswering etc.

Afbeelding 5.6. Indicatie van kosten van visstandbeheer als functie van het oppervlak van het water (uit Hosper et al., 1992)



De kosten voor de reductievissers in het Duinigermeer komen globaal overeen met de verwachting op basis van het oppervlak van het water. Dit is weergegeven in **afbeelding 5.6**. Uit deze afbeelding komt naar voren dat de kosten lager worden naarmate het water groter is. Bij vertaling van het beheer in het Duinigermeer naar grotere delen van het gebied zullen de kosten per hectare wateroppervlak derhalve lager worden.

Naast de kosten voor het visstandbeheer zullen er kosten gemaakt moeten worden voor de aanpak van de slibproblematiek, het nemen van inrichtingsmaatregelen en dergelijke. Deze kosten zullen een veelvoud bedragen van de kosten voor het visstandbeheer. Hierbij dient echter opgemerkt te worden dat deze maatregelen een sterk integraal karakter hebben, waardoor de lasten door vele schouders gedragen kunnen worden. Tevens kunnen met het zoeken naar win-win situaties veel kosten bespaard worden (zie hoofdstuk 6).

5.6.8. Discussie en conclusie

Het maken van een echte vertaalslag van de resultaten van het Duinigermeer naar grotere delen van Noordwest-Overijssel, waaruit harde conclusies getrokken kunnen worden, is een moeilijke zaak. Enerzijds vertonen de wateren een groot aantal overeenkomsten en een vergelijkbaar ecologisch functioneren, zoals op het gebied van het functioneren van de visstand. Anderzijds zijn er kenmerkende verschillen, zoals de algensamenstelling en het nutriënteniveau. Ook zijn een aantal dingen onbekend, zoals de verblijftijd van het water in individuele meren en de nutriëntenbelasting.

Desondanks worden de resultaten van het Duinigermeer in principe vertaalbaar geacht naar grotere delen van Noordwest-Overijssel.

Deze voorzichtige conclusie komt voort uit het feit dat de reacties van het Duinigermeer op het gevoerde beheer reeds in vele andere wateren zijn waargenomen.

Er zijn vooralsnog geen redenen om aan te nemen dat de reacties bij toepassing van ABB in grotere delen van Noordwest-Overijssel sterk zouden verschillen. Er zijn echter ook de nodige onzekerheden, zoals de snelheid van herstel van ondergedoken waterplanten in grote wateren en de invloeden van recreatie, gebiedsvreemd water en slib. Daarnaast zijn er een aantal specifieke factoren, zoals het nutriëntenniveau, de benodigde oeverontwikkeling en het gebruik van viskeringen, welke als randvoorwaarden voor een duurzaam ecologisch herstel worden beschouwd. Aan deze randvoorwaarden zal eerst voldaan moeten worden alvorens grootschalige reductievisserijen tot duurzaam succes kunnen leiden. Een integrale en gefaseerde aanpak, waarbij eerst de meest kansrijke wateren aangepakt worden, lijkt hierbij de aangewezen weg.

6. AANBEVELINGEN

6.1. Toekomstig beheer in het Duinigermeer

Zoals uit het experiment naar voren is gekomen is de in 1993 ontstane situatie, met helder water en een overgroeiing van 50% van de bodem met kranswieren, instabiel gebleken. In 1994 was sprake van een terugval in de richting van de oorspronkelijke situatie. Zonder aanvullende maatregelen is de prognose voor 1995, op basis van de ontwikkeling van de visstand in 1994, slecht te noemen.

Het toekomstig beheer van het Duinigermeer dient erop gericht te zijn optimaal invulling te geven aan "het waterplantenspoor" en het "visbiologische spoor" (zie hoofdstuk 2). Concreet betekent dit dat het beheer gericht moet zijn op:

1. het handhaven van een dominantie van ondergedoken waterplanten. Ondergedoken waterplanten domineren de waterkwaliteit en vormen een belangrijk leefgebied van de snoek in het groeiseizoen. Een bedekking van tenminste 50% van het bodemoppervlak van het Duinigermeer wordt op basis van de ontwikkelingen in 1993 noodzakelijk geacht. Voor zover de bestaande kennis nu reikt en uit het experiment naar voren is gekomen betekent dit dat er gezorgd moet worden voor:
 - . helder water in het voorjaar. Een lage biomassa aan planktivore en benthivore vissen is hiervoor nodig.
 - . aanpak van het slibprobleem. Sterke beweging van de slibbodem door vissen en/of wind lijkt negatief te werken op de ontwikkeling van waterplanten.
2. het ontwikkelen van een snoek-zeelt type visgemeenschap, waarin de proovisstand door snoek wordt gereguleerd. Het vergroten van de hoeveelheid specifiek snoekhabitat, in het bijzonder het voortplantings- en opgroeiareaal, is hiervoor een vereiste.

Concrete maatregelen, welke hieruit afgeleid kunnen worden zijn:

- verwijdering of insluiting van mobiele sliblagen;
- aanleg van snoekhabitat;
- uitvoering van beheersvisserijen, zolang de snoekstand nog niet de gewenste omvang heeft.

Onderstaand wordt hier nader op ingegaan.

6.1.1. Aanpak slibproblematiek

In het Duinigermeer is naar schatting 75.000 tot 100.000 m³ slib aanwezig (Van Berkum mond. med.). Voor een duurzaam ecologisch herstel wordt aanpak van het slibprobleem nodig geacht (zie hoofdstuk 5). Ook vanuit andere oogpunten is aanpak van de slibproblematiek gewenst. Genoemd kunnen worden:

- verdere nutriëntenreductie. Door opwerveling van slib via bioturbatie en windwerking wordt de waterkolom verrijkt met nutriënten. Verwijdering of insluiting van het slib kan dit proces verminderen, hetgeen van belang kan zijn vanuit de wens een verdere reductie van nutriënten te realiseren (zie ook § 6.2.);
- doorbreken van de dominantie van blauwalgen. Een met slib getroebelde waterkolom bevordert de concurrentiepositie van blauwalgen;
- terugkeer van de Otter. In het slib zijn momenteel nog te hoge concentraties microverontreinigingen (met name PCB's) aanwezig voor een succesvolle terugkeer van de Otter. Aanpak van de slibproblematiek kan bijdragen aan de kansen op een succesvolle herintroductie van de Otter.

Baggeren

De meest voor de hand liggende aanpak van de slibproblematiek is baggeren. Aan baggeren kleven echter enkele nadelen. Genoemd kunnen worden:

- baggeren is kostbaar. Met een prijs van tenminste enkele guldens per m³ dient rekening gehouden te worden. Wanneer het slib vervuild is en/of afgevoerd moet worden bedragen de kosten een veelvoud van deze prijs;
- baggeren is niet duurzaam. Er is geen sprake van een permanente invang van mobiel slib. Hierdoor kan na verloop van tijd het probleem weer terugkeren.

Aanbrengen verdiepingen

Een alternatieve methode om van het slibprobleem af te komen kan het aanbrengen van verdiepingen zijn. Door deze verdiepingen op strategische plaatsen aan te leggen (bijvoorbeeld in het natuurlijke slibdepot van het meer) wordt het mobiele deel van het slib, dat alle ecologische nadelen veroorzaakt, ingevangen. Er zijn enkele aanwijzingen dat deze methode mogelijk goed kan werken:

- in het rapport "ecologische effecten van diepe ontgroningen in het IJsselmeer-Markermeer" (Ligtvoet, 1994), wordt aangetoond dat diepe ontgroningen positieve effecten op het ecologisch functioneren van het sterk door slib belaste Markermeer kunnen hebben. In de omgeving van reeds aanwezige verdiepingen blijkt de bodem, ontdaan van de mobiele sliblaag, aanmerkelijk meer bodemleven te bevatten dan in door slib bedekte delen. Hetzelfde verschijnsel werd waargenomen in het Zuidlaardermeer na immobilisatie van de sliblaag door plaatsing van kleine compartimenten van 25x25 meter (Klinge & Leerdam, 1994). Een bijkomend voordeel van verdiepingen in het Markermeer is het ontstaan van een beter lichtklimaat, waarvan de gehele voedselketen kan profiteren;
- in het Zuiderdiep, gelegen ten noorden van het Duinigermeer, is een verdieping tot ± 10 meter diep aanwezig. Bij een veldbezoek in 1993 bleek dit plasje helder en zeer plantenrijk;
- in de Loenderveense Plas bij Loosdrecht zijn twee verdiepingen aangebracht, waarin in 1959 materiaal uit de naastgelegen (verdiepte) waterleidingplas gestort is. Inmiddels zijn deze verdiepingen geheel opgevuld. Van mobiel slib is in de plas echter eveneens geen sprake meer.

Het aanbrengen van verdiepingen kent ten opzichte van baggeren een aantal voordelen:

- er is sprake van een meer **permanente** invang van mobiel slib. Hierdoor wordt de opbouw van een nieuwe mobiele sliblaag die de ontwikkeling van de ondergedoken waterplanten hindert, tegengegaan. Dit wordt van belang geacht voor een duurzaam ecologisch herstel;
- de optie is aanmerkelijk duurzamer dan baggeren. Met een verdieping van voldoende omvang (bijvoorbeeld 3-5 hectare, 15-25 meter diep) kan zowel de bestaande hoeveelheid slib als de produktie van de komende tijd ingevangen worden. Hoe lang deze tijd zal zijn, is niet met zekerheid te zeggen. Dit hangt ondermeer af van de ontwikkeling van de waterkwaliteit en de import van detritus vanuit het Giethoornse Meer. Een termijn in de orde van decennia wordt echter haalbaar verondersteld;
- het slib wordt door natuurlijke processen (door wind geïnduceerde slibbeweging) op locatie geborgen, zodat (kostbaar) transport en eventuele verwerking (ook kostbaar) achterwege kunnen blijven;
- bij het aanbrengen van de verdieping kan mogelijk zand gewonnen worden, dat in de ondergrond van Noordwest-Overijssel in ruime mate aanwezig is. Dit zand kan, afhankelijk van de samenstelling, voor diverse doeleinden gebruikt.

Het aanbrengen van verdiepingen vormt derhalve een potentiële win-win situatie. Het verdient aanbeveling de mogelijkheden na te gaan om deze methode in het Duinigermeer toe te passen.

6.1.2. Snoekhabitat

Zoals aangegeven in hoofdstuk 2 wordt een balans tussen proovissen en roofvissen van belang geacht voor een duurzaam ecologisch herstel. De belangrijkste roofvis in het Duinigermeer is de snoek. Deze soort is afhankelijk van de aanwezigheid van vegetatie, met name emergente vegetatie. Bij de huidige nutriëntengehaltes dient gestreefd te worden naar een effectieve areaalbedekking met emergente vegetatie van 10% van het meeroppervlak. Bij een dergelijke areaalbedekking aan optimaal functionerende vegetaties kan in principe een snoekpopulatie van ± 50 kg/ha ontstaan waarmee, aangevuld met de roofvissen (snoek)baars en aal, bij de huidige nutriëntengehaltes een voldoende regulatie van de proovisstand gerealiseerd kan worden.

De huidige areaalbedekking bedraagt 1-2%, zodat een netto uitbreiding met 2-3 ha nodig is. In Van Berkum (1992; zie § 3.2.1.) en Grimm (1992) zijn hiervoor ondermeer de volgende mogelijkheden gegeven:

- verbreding van de sloten en aanpassing van de najaarsschoning.
De sloten zodanig verbreden dat er per strekkende meter een oeverzone ontstaat die in smalle sloten even breed is als de sloot zelf, danwel tenminste 2-3 meter beslaat in bredere sloten. Door de oevers in het najaar eenzijdig te schonen en dit jaarlijks te alternen ontstaat een areaal winst voor snoek van naar schatting 0,4 ha;
- opentrekken van verlande sloten. In het gebied zijn een aantal verlande sloten aanwezig. Deze zouden opengemaakt moeten worden. Hiermee kan naar schatting 0,3 ha snoek-areaal beschikbaar komen;
- door de aanleg van een kunstmatig moerasgebied in de oeverzone van het meer. Bij voorkeur wordt in dit moerasgebied een apart, (semi)natuurlijk waterpeilbeheer gevoerd, met hoge waterstanden in het winterhalfjaar, waardoor de oeverlanden onder water lopen, en lage waterstanden in de zomer. Dit kan gerealiseerd worden met behulp van een kade om het gebied heen in combinatie met windmolens. Gebieden van een dergelijk principe zijn reeds in Noordwest-Overijssel aanwezig, alleen zijn ze niet aangepast aan de specifieke eisen van snoek. Hierbij wordt bedoeld op gebieden in de Weerribben ten behoeve van de rietteelt, een klein gebied in de zuidwestelijke oeverzone van het Giethoornse Meer ten behoeve van vegetatie en vogels en een gebied aan de oostkant van de boezem tegen de grens met Drenthe ten behoeve van hydrologische buffering. In een specifiek voor de snoek aangelegd gebied kunnen volwassen snoeken paaien in de ondergelopen oeverlanden en worden de jonge snoekjes door het dalende waterpeil naar het Duinigermeer geleid, waar ze zich kunnen verspreiden in de ondergedoken watervegetatie (zie ook Witteveen+Bos, 1994; Grimm & Klinge, 1995; Klinge & Hartog, 1995; Klinge et al., 1995).

Momenteel legt de Vereniging Natuurmonumenten in eigen beheer een 2 à 3 hectare groot voortplantings- en opgroeigebied voor snoek aan in de oostelijke oeverlanden van het meer. Onderzoek zal moeten uitwijzen of dit gebied voldoende extra emergente vegetatie oplevert, of het goed functioneert als paai- en opgroeigebied en of zich, in combinatie met vergroting van het slootareaal en aanpassing van het schoningsregime, een voldoende grote snoekstand ontwikkelt.

6.1.3. Beheersvisserijen

Het aanbrengen van voldoende snoekhabitat, zodat de snoekstand de gewenste omvang kan bereiken, kost tijd. Afhankelijk van de snelheid waarmee de verschillende maatregelen genomen worden en het succes ervan, dient rekening gehouden te worden met een termijn van tenminste 5 jaar. Zolang de snoekstand in het Duinigermeer (nog) niet in staat is om de aanwas van het bestand aan prooivissen onder controle te houden, verkeert het meer in een instabiele situatie. In principe is het goed mogelijk het werk van de snoekstand middels zogenaamde beheersvisserijen te ondersteunen (de mens als aanvullende roofvis). Door de jaarlijkse overproductie aan prooivissen weg te vangen, worden telkens gunstige voorjaarsomstandigheden voor de opkomst van waterplanten gecreëerd.

Het oogsten van brasem en blankvoorn was vroeger een veel voorkomende vorm van beheer. Brasem en blankvoorn eten veel macrofauna (muggelarven, wormen, slakken en dergelijke) en vormen op deze manier directe voedselconcurrenten voor aal. De beroepsvisserij bevoordeelde de aal door brasem en blankvoorn te oogsten (zie ook Klinge & Grimm, 1994b). De beroepsvisserij in Noordwest-Overijssel, welke in het bezit is van het volledige visrecht (aal en schubvis), heeft in principe goede mogelijkheden om dergelijke visserijen uit te voeren.

Op grond van de prognose voor de ontwikkeling van het Duinigermeer in 1995 is besloten in de winter 1994-1995 beheersvisserijen in het Duinigermeer uit te oefenen.

Dit is in eigen beheer uitgevoerd door de lokale beroepsvissers van de Algemene Bond van Binnenvissers in Noordwest-Overijssel. Er is gevist met een zegen op het open water (voor het verwijderen van brasem >25 cm) en met fuiken en elektrovisapparatuur in enkele sloten (voor het verwijderen van vissen <25 cm, met name de sterke jaarklasse blankvoorn en brasem van 1994). Er is in totaal \pm 1500 kg (50 kg/ha) verwijderd.

Beheersvisserijen kunnen in principe een regulier onderdeel vormen van het visstandbeheer in grote delen van Noordwest-Overijssel.

6.1.4. Optimalisatie viswering

Zoals aangegeven in hoofdstuk 5 vormt een goed functionerende viswering een essentieel onderdeel voor het realiseren en behouden van ecologisch herstel in het Duinigermeer. De viswering behoeft echter nog de nodige optimalisatie, met name voor vissen <15 cm. Het verdient aanbeveling de in § 5.1. genoemde mogelijkheden voor optimalisatie te onderzoeken, zowel voor het Duinigermeer als voor aanpak van andere delen van het gebied.

Hoe lang de viswering in het Duinigermeer nog zal moeten blijven functioneren is niet duidelijk. Er is altijd van uitgegaan dat het gaat om een tijdelijke constructie, die een aantal jaren na het verkrijgen van helder en plantenrijk water in het Duinigermeer verwijderd zou kunnen worden. Van een robuust en stabiel evenwicht is in het Duinigermeer echter nog geen sprake. Een kolonisatie met gebiedsvreemde vissen kan het evenwicht gemakkelijk verstoren.

6.2. Contouren voor het beleid ten aanzien van ecologisch herstel in geheel Noordwest Overijssel

Er bestaat een breed beleidsmatig en maatschappelijk draagvlak voor ecologisch herstel van de wateren in Noordwest-Overijssel. Genoemd kunnen worden:

- het provinciale beleid is gericht op het voorkomen van helder, plantenrijk water met een visstand van het "zeelt-snoek type" (zie waterhuishoudingsplan Overijssel, 1991). Tevens richt het provinciaal beleid zich op behoud en ontwikkeling van een aantal diersoorten welke afhankelijk zijn van helder en plantenrijk water, zoals de Otter, de Noordse woelmuis en de Purperreiger;
- de waterkwaliteits- en -kwantiteitsbeheerder (Zuiveringschap West-Overijssel en Waterschap Wold en Wieden) streven, afgeleid van het richtinggevende provinciale beleid, in hun beheer een terugkeer naar helder en plantenrijk water na;
- in het vorig jaar afgeronde "Onderzoek naar de beroepsvisserij in Noordwest-Overijssel" werd de beleidsdoelstelling van een terugkeer naar een helder en plantenrijk water vanuit de visserij benadrukt (Klinge & Grimm, 1994b);
- de terreinbeherende instanties (Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten) streven eveneens naar ecologisch herstel in de richting van het oorspronkelijke, heldere en plantenrijke water;
- helder oppervlaktewater met weinig algen vormt een prima bron voor de bereiding van drinkwater. De Waterleiding Maatschappij Overijssel (WMO) heeft vergevorderde plannen om oppervlaktewater uit Noordwest-Overijssel als bron voor drinkwaterbereiding te gaan gebruiken;
- vanuit het oogpunt van recreatie vormt de aanwezigheid van helder en plantenrijk water met veel natuurwaarden een duidelijke meerwaarde.

Het beleid ten behoeve van ecologisch herstel is reeds ingezet in de jaren '70, toen een begin werd gemaakt met de terugdringing van de belasting van de wateren met meststoffen. Dit beleid is in zoverre geslaagd dat een stadium bereikt is dat gekenmerkt wordt door een aanmerkelijk lagere biologische produktiviteit. Dit stadium kan gezien worden als een overgangsfase op een traject van troebel, hoog productief en algenrijk water naar helder, matig productief en plantenrijk water. In het genoemde onderzoek naar de beroepsvisserij werd vastgesteld dat deze overgang voor de visserij ongewenste gevolgen heeft gehad (Klinge & Grimm 1994a). De gedaalde produktiviteit is af te lezen in de visvangsten, die verder negatief worden beïnvloed door grootschalige visvangst door aalscholvers.

Het uitblijven van herstel van de ondergedoken watervegetatie zorgt ervoor dat de levensgemeenschap haar huidige, ongewenste samenstelling behoudt.

Vastgesteld kan worden dat de situatie in de wateren in Noordwest-Overijssel voor alle partijen acceptabel is als er sprake is van helder water waarin grote delen van de bodem zijn overgroeid met waterplanten. De doelstelling voor de meren en plassen is dan ook om deze op zo kort mogelijke termijn helder en plantenrijk water te doen bevatten.

Maatregelen en beleidsmatige implicaties

Verdere nutriëntenreductie

Voor een autonoom ecologisch herstel van het ecosysteem zal het (zomergemiddelde) totaal-P gehalte in de waterkolom naar verwachting tenminste tot 0,04 mg/l of lager moeten worden teruggebracht. Dergelijke lage gehalten worden voor vrijwel alle nu eutrofe Nederlandse wateren echter niet haalbaar geacht. Bovendien, als het gehalte al bereikt kan worden is het de vraag op welke termijn daadwerkelijk herstel optreedt. Deze onzekerheid hangt samen met de in hoofdstuk 2 genoemde "erfenissen van de eutrofiëring", zoals de aanwezigheid van veel slib en de samenstelling van de visstand. Deze erfenissen kunnen het daadwerkelijke ecologische herstel nog zeer lange tijd (tot tientallen jaren) in de weg staan.

Een (zomergemiddeld) totaal-P gehalte onder 0,1 mg/l wordt echter wel haalbaar geacht. Om dit te bereiken kan aanpak nodig zijn van ondermeer:

- riooloverstorten;
- recreatief afvalwater;
- slib als nutriëntenbron;
- uit- en afspoeling.

Bij een (zomergemiddeld) totaal-P gehalte beneden 0,1 mg/l zijn er perspectieven om, **in combinatie** met uitvoering van de andere onderdelen van het maatregelenpakket, tot een duurzaam ecologisch herstel te komen. Dit "Actief Biologisch Beheer in brede zin" is niet getest in het Duinigermeer. Daardoor zijn er weliswaar potenties voor ecologisch herstel aangetoond, maar hebben de resultaten van deze toets geen uitsluitsel gegeven over de mogelijkheid om een **duurzaam** helder en plantenrijk water te scheppen. Er kan dan ook geconcludeerd worden dat het beleid zich allereerst moet richten op het doen realiseren van een onderzoek waarin het complete pakket van integrale beheersmaatregelen wordt getoetst. Echter, vastgesteld wordt ook dat er vooralsnog geen redenen zijn om aan te nemen dat het denken over het gewenst ecologisch functioneren van wateren bijgesteld hoeft te worden. Een produktiviteit van het water op het niveau van een P-gelimeerd systeem met een totaal-P gehalte onder 0,1 mg/l wordt derhalve als een randvoorwaarde voor een duurzaam succes beschouwd.

Aanpak slibproblematiek

Naast de verdere reductie van het nutriëntengehalte wordt verwijdering van de overtollige slibbodems van de meren en plassen en/of het onttrekken van de slibbodems aan de invloed van wind/golven en bodemwoelende vissen van groot belang geacht (zie § 6.1.1.).

De negatieve invloeden van het slib zouden opgeheven kunnen worden door de berging van dit slib in onderwater depots. Deze kunnen gemaakt worden door het maken van diepe zandwinlocaties onder water. De grootte en diepte van de verdiepingen dienen per meer aan de hand van de reeds aanwezige hoeveelheid slib en de geraamde toekomstige slibproductie voor de eerste periode (bijvoorbeeld 25 jaar) vastgesteld te worden. Ter indicatie: voor het Duinigermeer betreft het waarschijnlijk een oppervlak van 3-5 ha van 15-25 meter diep. Door een strategische situering van deze verdiepingen (bij voorkeur in het natuurlijke slibdepot van het meer, doorgaans in de ZW-hoek gelegen) vullen ze zich vanzelf met het overtollige slib. Negatieve gevolgen voor de algehele waterkwaliteit van het meer, welke met diepe winningen in eutrofe meren worden geassocieerd, hoeven niet gevreesd te worden. Wel dienen, voor zover daar nog geen duidelijkheid over bestaat, de hydrologische gevolgen in beeld te worden gebracht.

Wat het beleid met betrekking tot de slibproblematiek aangaat kan het gewenst zijn het bestaande beleid met betrekking tot ontgrondingen nader te nuanceren. Nagegaan zou kunnen worden in hoeverre de gewenste productie aan oppervlakkige delfstoffen niet uit de meren gehaald zou kunnen worden.

Moerasontwikkeling

Vooralsnog mag er van worden uitgegaan dat idealiter ieder water omgeven zou moeten zijn met een areaal dat in oppervlakte 20-30% van het meerareaal beslaat en dat door inundatie of anderszins (zie § 6.1.2.) bij het meer getrokken zou kunnen worden in het winterhalfjaar (november-mei). Via een optimale inrichting van dit areaal zou dan het benodigde netto bedekkingspercentage met emergente vegetatie, te weten 10% van het meerareaal (zie o.a. § 5.6.3.) gerealiseerd kunnen worden. Dergelijke arealen zijn onmisbaar voor de productie van jonge roofvis. Ook zouden ze mogelijk als invang voor detritus afkomstig uit het meer kunnen dienen.

Wat het beleid met betrekking tot de verwerving van gronden betreft zou de doelstelling kunnen zijn om te realiseren dat 20-30% van het meerareaal op het land wordt verworven. Echter, wat de Ruimtelijke Ordening betreft is er ook de mogelijkheid om dit areaal in het meer zelf aan te leggen. De benodigde gelden voor verwerving of voor natuurbouw zouden in samenhang met de exploitatie van oppervlakedelfstoffen nader bezien kunnen worden.

In de gebieden die een kraamkamerfunctie voor roofvissen krijgen en als zodanig aangegeven moeten worden, dient een specifiek waterpeil beheer gevoerd te worden. De verwerving van gronden die een waterstaatkundige eenheid vormen waarbinnen peilverhogingen in de winter tot een niveau van 50 cm en meer boven het huidige waterpeil tot de mogelijkheden behoort, heeft daarbij de voorkeur.

Visstandbeheer

Zoals de praktijkproef in het Duinigermeer heeft aangetoond kan een eenmalige reductie van de visstand sterk positieve reacties teweeg brengen. Een beheer van de visstand, gericht op de creatie en instandhouding van een helder en plantenrijk water en uitgevoerd in combinatie met de andere maatregelen, vormt dan ook een belangrijk instrument.

De visrechten (voor de schubvis- zowel als de aalvisserij) zijn in het overgrote deel van Noordwest-Overijssel in handen bij de Algemene Bond van Binnenvissers in Noordwest-Overijssel. Zoals aangegeven is ook deze sector gebaat bij een terugkeer van helder en plantenrijk water. Een beheer van de visstand gericht op het verwezenlijken van deze situatie zou geformuleerd kunnen worden in een zogenaamd visstandbeheersplan. Dergelijke plannen worden momenteel door vele visstandbeheerders in Nederland opgesteld. In een visstandbeheersplan kunnen, in samenspraak met alle betrokken partijen (waterkwaliteits- en -kwantiteitsbeheerder, natuurbeheerders, hengelsportverenigingen enz.), de gewenste doelen, de opzet, de uitvoering en de controle van een planmatig visstandbeheer worden geformuleerd. Op deze manier kan het visstandbeheer een structurele en herkenbare bijdrage leveren aan het verkrijgen en instandhouden van helder en plantenrijk water in Noordwest-Overijssel. De opstelling van een dergelijk plan wordt dan ook sterk aanbevolen.

LITERATUUR

Backx, J.J.G.M. & Klinge, M., 1992.

Integrale eutrofiëringsbestrijding in Noord-West Overijssel. Visstandbemonstering in het proefgebied "Het Duinigermeer" in 1992 en een inschatting van de mogelijkheden voor Actief Biologisch Beheer. Rapport Witteveen+Bos nr. ZI.60.1, 37 pp.

Balirwa, J.S., 1993.

A study of the hydrology and nutrient status in North West Overijssel. M.Sc. Thesis International Institute for Infrastructural Hydraulic and Environmental Engineering, Delft, the Netherlands.

Berkum, J.A. van, 1993.

Massale vissterfte in Noordwest-Overijssel. Notitie Zuiveringschap West-Overijssel, 7 pp.

Berkum, J.A. van, Moonen, L.E.A. & Oosterloo, W., 1992.

Plan van Aanpak Actief Biologisch Beheer in Noordwest-Overijssel. Rapport Zuiveringschap West-Overijssel, sectie oppervlaktewater, 24 pp.

Berkum, J.A. van, Klinge, M. & Grimm, M.P., 1995.

Bio-manipulation in The Duinigermeer. First results. Neth. J. Aquat. Ecol. 29: 81-90.

Bloemendaal, F.H.J.L. & Roelofs, J.G.M., 1988.

Waterverharding. In Bloemendaal & Roelofs (Eds): Waterplanten en waterkwaliteit. Natuurhistorische bibliotheek van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging nr. 45: 147-157.

Boers, P.J.H., 1992.

Kiemings- en nutriënteneecologie van kranwieren. Vakgroep Ecologie & Ecotoxicologie, Vrije Universiteit Amsterdam.

Breukelaar, A.W., Klein Breteler, J.G.P., Lammens, E.H.H.R. & Tátrai, I., 1993.

Effect van bodemwoelende vis op de waterkwaliteit. H2O 26(18): 502-507.

Colt, J., White, R.J. (Eds), 1991.

Fisheries bioengineering symposium. American Fisheries Society Symposium 10, 562 pp.

Dries, P. van den, Heijst, N. van, & Sprang van Vliet, J., 1980.

De vegetatie van De Ster, een moerasgebied bij Loosdrecht. Doctoraal verslag Vakgroep Vegetatiekunde en Botanische Oecologie, R.U. Utrecht.

Duin, E.H.S. van, 1993.

Het lichtklimaat in het Duinigermeer. Rapport Landbouwuniversiteit Wageningen, Vakgroep Natuurbeheer nr. 93-01, 20 pp.

Grimm, M.P., 1994.

The characteristics of the optimum habitat of Northern Pike (*Esox lucius* L.). Part II: The characteristics of an optimal habitat for Northern Pike. Pages 235-243 in: I. Cowx (editor). Rehabilitation of Freshwater Fisheries. Blackwell Scientific Publications Ltd. Oxford.

Grimm, M.P., 1992.

Verslag van een werkbezoek aan het Duinigermeer in verband met de planning van de visserij en de evaluatie van het snoekbotoop. Notitie Witteveen+Bos, 6 pp.

Grimm, M.P. & Backx, J.J.G.M., 1990.

The restoration of shallow eutrophic lakes, and the role of northern pike, aquatic vegetation and nutrient concentration. *Hydrobiologia* 200/201: 557-566. R.D. Gulati, E.H.R.R. Lammens, M.L. Meijer & E. van Donk (eds), *Bio-manipulation - Tool for Water Management*. Kluwer Academic Publishers.

Grimm, M.P. & Klinge, M., 1995.

Pike and some aspects of its dependence on vegetation. Bijdrage in boek "Advanced series" van Chapman & Hall, editor, J.F. Craig (in druk).

Grimm, M.P., & Klinge, M., 1992.

Integrale eutrofiëringsbestrijding in Noordwest-Overijssel. Naar de keuze van een door boten passeerbare viswering. Rapport Witteveen+Bos nr. ZI60.1, 20 pp.

Grimm, M.P., Jagtman, E., Klinge, M., 1992.

Fosfaatgehaltenes en de haalbaarheid van "Actief Biologisch Beheer". Een visbiologisch perspectief. *H2O* 25 (16):424-431.

Hosper, S.H. & Jagtman, E., 1990.

Bio-manipulation additional to nutrient control for restoration of shallow lakes in the Netherlands. *Hydrobiologia* 200/201: 523-534

Hosper, S.H., Meijer, M.L., Walker, P.A., 1992.

Handleiding Actief Biologisch Beheer. Uitgave RIZA/OVB.

Hosper, S.H., Boers, P.C.M. & Jong, J. de, 1994.

Ecologisch herstel meren en plassen, méér dan aanpak van fosfaatbelasting. *Het Waterschap* 13: 545-550.

Jurik, T.W., Wang, SC, Valk, A.G. van der, 1994.

Effects of sediment load on seedling emergence from wetland seed banks. *Wetlands* 14(3): 159-165.

Klinge, M., 1993a.

Integrale eutrofiëringsbestrijding in Noordwest Overijssel. De reductie van de visstand in het Duinigermeer, 1992-1993. Voortgangsverslag 1: 7-17 december 1992. Rapport Witteveen+Bos nr. ZI60.2, 10 pp.

Klinge, M., 1993b.

Integrale eutrofiëringsbestrijding in Noordwest-Overijssel. De reductie van de visstand in het Duinigermeer, 1992-1993. Voortgangsverslag 2: 17 december 1992 - 3 april 1993. Rapport Witteveen+Bos nr. ZI60.2, 7 pp.

Klinge, M., 1993c.

Integrale eutrofiëringsbestrijding in Noordwest-Overijssel. De reductie van de visstand in het Duinigermeer, 1992-1993. Voortgangsverslag 3: De eindresultaten van de reductie. Rapport Witteveen+Bos nr. ZI60.2, 10 pp.

Klinge, M. 1995.

Integrale eutrofiëringsbestrijding in Noordwest-Overijssel. Voortgangsverslag 8: De bemonstering van de visstand in het Duinigermeer eind 1994. Rapport Witteveen+Bos nr. ZI.60.3, 26 pp.

Klinge, M., & Grimm, M.P., 1994a.

Onderzoek naar de beroepvisserij in Noordwest-Overijssel. Deel 2: nadere analyse. Rapport Witteveen+Bos in opdracht van de Combinatie van Binnenvissers, nr. ZI.73.1, 64 pp.

Klinge, M. & Grimm, M.P., 1994b.

Onderzoek naar de beroepsvisserij in Noordwest-Overijssel. Deel 3: mogelijkheden om de positie van de visserij te verbeteren. Rapport Witteveen+Bos in opdracht van de Combinatie van Binnenvissers, nr. ZI.73.1, 25 pp.

Klinge, M. & Hartog, P., 1995.

Ecologisch herstel Zuidlaardermeer. Moerasontwikkeling rond het Zuidlaardermeer en de benedenloop van de Hunze. Rapport Witteveen+Bos nr. Gn.24.4, 40 pp.

Klinge, M., & Kampen, J., 1995a.

Integrale eutrofiëringsbestrijding in Noordwest-Overijssel. Voortgangsverslag 5: De bemonstering van de snoekstand in het Duinigermeer, juli 1995.

Klinge, M. & Kampen, J., 1995b.

Integrale eutrofiëringsbestrijding in Noordwest-Overijssel. Voortgangsverslag 6: De evaluatie van de viswering in het Duinigermeer. Rapport Witteveen+Bos nr. ZI.60.3, 23 pp.

Klinge, M. & Kampen, J., 1995c.

Integrale eutrofiëringsbestrijding in Noordwest-Overijssel. Voortgangsverslag 7: De bemonstering van de visstand in de Beulakerwijde, augustus 1994. Rapport Witteveen+Bos nr. ZI.60.3, 24 pp.

Klinge, M., Grimm, M.P. & Klein Breteler, P.H.M., 1994.

Onderzoek naar de beroepsvisserij in Noordwest-Overijssel. Deel 1: inventarisatie en eerste beoordeling bestaande gegevens. Rapport Witteveen+Bos in opdracht van de Combinatie van Binnenvissers, nr. ZI.73.1, 116 pp.

Klinge, M., Grimm, M.P. & Hosper, S.H., 1995.

Eutrophication and ecological rehabilitation of Dutch lakes: Presentation of a new conceptual framework. Bijdrage aan het internationale congres "Living With Water", Amsterdam 1994. IAWQ Journal, in druk.

Koerselman, W. & Verhoeven, J., 1993.

Eutrofiëring van laagvenen. Interne of externe oorzaken? Landschap 10(4): 31-44.

Kufel, L. & Ozimek, T., 1994.

Can Chara control phosphorus cycling in lake Luknajno (Poland)? Hydrobiologia 275/276: 277-283.

Leerdam, A. van & Vermeer, J.G., 1992.

Natuur uit het moeras. Naar een duurzame ecologische ontwikkeling in laagveenmoerassen. Rapport Rijksuniversiteit Utrecht, interfacultaire vakgroep Milieukunde & Staatsbosbeheer in opdracht van Directie NBLF van het Ministerie van LN&V, 217 pp.

Ligtvoet, W., 1994.

Natuurontwikkeling IJssel- en Markermeer: verkenning ecologische effecten van verdiepingen. Rapport Witteveen+Bos nr. Rw.119.3, 36 pp.

Liu Qi-Wen, 1990.

Development of the Model SC-3 Alternating Current Scan Fish Driving Device. Pages 46-50 in: I.G. Cowx (ed): Developments in electric fishing. Blackwell Scientific Publications.

Meijer, M.L. & Hosper, S.H. (Eds), 1995.

Actief Biologisch Beheer in het Wolderwijd-Nuldernauw. Evaluatie en aanbevelingen voor het beheer. RIZA Nota nr.: 94.058, 134 pp.

Mitchell, C.P., 1990.
Fish passes for New Zealand native freshwater fish. Proceedings of the International Symposium on fishways '90 in Gifu, Japan, October 8-10, 1990.

Novotny, D.W., 1990.
Electric fishing apparatus and electric fields. Pages 34-89 in: Cowx, I.G. & P. Lamarque (Eds). Fishing With Electricity-applications in freshwater fisheries management. Fishing News Books, 245 pp.

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.

Ploeg, D.T.E. van der, 1990.
De Nederlandse Breedbladige Fonteinkruiden. Wetenschappelijke Mededeling KNNV nr. 195.

Roelofs, J.G.M. & Cals, M.J.R., 1989.
Effecten van de inlaat van gebiedsvreemd water op de waterkwaliteit en vegetatie-ontwikkeling in laag- en hoogveenplassen. In Roelofs, J.G.M (Ed). Aanvoer van gebiedsvreemd water: omvang en effecten op oecosystemen. Katholieke Universiteit Nijmegen, pp. 72-83.

Ruiter, M.A. de, 1992.
Water quality research in the Loosdrecht lakes: proposals for the follow-up restoration measures. *Hydrobiologia* 233:161-163.

Schaik, A.W.J. van, 1985.
Ecologische studie ten behoeve van het onderzoek naar waterrecreatie en natuur in de Nieuwkoopse Plassen en de Kagerplassen. Rapport Rijksinstituut voor Natuurbeheer te Leersum, 82 pp.

Scheffer, M., 1990.
Multiplicity of stable states in freshwater systems. *Hydrobiologia* 200/201: 475-486.

Scheffer, M., S.H. Hosper, M-L. Meijer, B. Moss & E. Jeppesen, 1993.
Alternative equilibria in shallow lakes. *TREE* 8(8): 275-279.

Semmekrot, S., Klinge, M., Kampen, J., 1994.
Integrale eutrofiëringsbestrijding in Noordwest-Overijssel. Voortgangsverslag 4: De bemonstering van de visstand in het Duinigermeer eind 1993. Rapport Witteveen+Bos nr. ZI.60.2, 17 pp.

Shapiro, J., Lamarra, V. & Lynch, M., 1975.
Biomanipulation: an ecosystem approach to lake restoration. In: P.L. Brezonik & L. Fox (Eds). Proceedings of a symposium on water quality management through biological control. Univ. Fla. Gainesville: 85-89.

Shapiro, J., 1990.
Biomanipulation: the next phase - making it stable. *Hydrobiologia* 200/201: 13-27.

STOWA, 1993.
Beoordelingssysteem voor meren en plassen op basis van vegetatie en fytoplankton. Rapport Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer nr. 93-16.

Veldkamp, R., 1994.
Voedselkeus van Aalscholvers (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in Noordwest-Overijssel. Rapport Bureau Veldkamp, Steenwijk.

Vries, J. de, 1994.

Vogels en waterkwaliteit in De Wieden. Stageverslag Zuiveringschap West-Overijssel en Van Hall Instituut Groningen, 45 pp.

Winkel, E.H. ten, Meulemans, F.T., 1984.

Effects of fish upon submerged vegetation. Hydrobiological Bulletin 18(2): 157-158.

Waterhuishoudingsplan Overijssel, 1991.

Waterhuishoudingsplan Overijssel. Provincie Overijssel, Zwolle, 141 pp.

Wirdum, G. van, 1979.

Dynamische aspecten van trofiegradiënten in een kraggelandschap. H₂O 12: 46-51.

Wirdum, G. van, 1991.

Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Dissertatie Universiteit van Amsterdam. Datawyse, Maastricht.

Witteveen+Bos, 1994.

Ontwerp paai- en opgroeigebied Binnenschelde. Rapport Witteveen+Bos in opdracht van Hoogheemraadschap West-Brabant nr. Boz.80.13, 59 pp.

Wium-Andersen, S., U. Anthoni, C. Christophersen & G. Houen, 1982.

Allelopathic effects on phytoplankton by substances isolated from aquatic macrophytes (Charales). Oikos 39: 187-190.

ZWO, 1995.

ABB Duinigermeer. Eindrapportage biologisch onderzoek. Rapport Zuiveringschap West-Overijssel, bureau Oppervlaktewater, 25 pp.

AFBEELDINGEN

- Afbeelding 2.1. Weergave van het bestaan van alternatieve toestanden van helder en troebel water op een gradiënt van voedselarm naar voedselrijk water (uit Hosper et al., 1992).
- Afbeelding 2.2. Weergave van een aantal sleutelprocessen welke bij ABB van groot belang zijn (uit Hosper et al., 1992).
- Afbeelding 2.3. Vereenvoudigde weergave van het conceptuele model van Grimm et al. (1992) en Klinge et al. (1995).
- Afbeelding 2.4. Weergave van het proces van voedselverrijking van ondiepe meren en plassen en het optreden van verschillende visgemeenschappen
- I. Oligotrofe/mesotrofe situatie. Heldere wateren met een (zomergemiddeld) totaal-P gehalte van minder dan 0,04 mg P/l waarin, afhankelijk van het nutriëntengehalte, weinig waterplanten en algen voorkomen. De belangrijkste roofvis is baars
 - II. Eutrofe situatie. Heldere of troebele wateren, afhankelijk van de morfometrie en de aanwezigheid van vegetatie. Snoek als de dominante roofvis in heldere wateren met veel emergente en submerse vegetatie. Totaal-P gehalte tussen 0,04 en 0,1 mg/l
 - III. Hypertrofe situatie. Troebele, door (blauw)algen gedomineerde wateren met een totaal-P gehalte >0,1 mg/l en waar geen vegetatie van betekenis aanwezig is. De belangrijkste roofvis is snoekbaars. De produktie van de visstand ligt echter boven de consumptiemogelijkheden van deze soort
- F = totale visbiomassa volgens Hanson & Leggett (1982); Pe = biomassa piscivore baars; Pi = biomassa snoek; Cy = Biomassa karperachtigen; PP = Biomassa snoekbaars
- Afbeelding 3.1. Overzichtskaart van de wateren in Noordwest-Overijssel.
- Afbeelding 3.2. Kaartje van de ligging van het Duinigermeer in Noordwest-Overijssel.
- Afbeelding 3.3. Overzicht van de viswerende constructie met flexibele borstels.
- Afbeelding 3.4. Overzicht van de viswerende constructie met flexibele borstels.
- Afbeelding 3.5. Schets van de situering van de viswerende constructie met de opstelling van de vangtuigen voor het evaluatieonderzoek.
- Afbeelding 3.6. Schematische weergave van de gebruikte aalpassages (naar Mitchell, 1990).
- Afbeelding 3.7. Afsluiting van een aan het Duinigermeer grenzende sloot.
- Afbeelding 4.1. Resultaten van metingen aan het elektrisch veld van de viswering.
A: Mate waarin de veldsterkte met de afstand tot de borstel afneemt.
B: Verloop van de veldsterkte over de gehele breedte en op verschillende afstanden van de borstel.
- Afbeelding 4.2. Overzicht van de vangsten in de fuiken welke opgesteld stonden bij de viswering in de vangkamer aan de zijde van het Duinigermeer.
- Afbeelding 4.3. Overzicht van de resultaten van het korte evaluatieonderzoek naar de werking van de viswering.
- Afbeelding 4.4. Procentuele (gewichts)samenstelling van de visvangsten in drie deelgebieden van het Duinigermeer.
- Afbeelding 4.5. Procentuele (gewichts)samenstelling in zogenaamde ecologische groepen van de totale visvangst in het Duinigermeer.
- Afbeelding 4.6. Verloop van de algensamenstelling in het Duinigermeer van 1991 t/m 1994.
- Afbeelding 4.7. Verloop van het doorzicht en de gehalten aan chlorofyl-a en zwevend stof in het Duinigermeer van 1991 t/m 1994.
- Afbeelding 4.8. Verloop van de samenstelling van het zoöplankton in het Duinigermeer van 1992 t/m 1994.
- Afbeelding 4.9. Verloop van de samenstelling van de visstand van 1992 t/m 1994.
- Afbeelding 4.10. Verloop van het weekgemiddelde aantal zonuren in de omgeving van het Duinigermeer.

- Afbeelding 4.11. Verloop van de maandelijkse hoeveelheid neerslag in de omgeving van het Duinigermeer (station Markenese) van 1991 t/m 1994 (gegevens KNMI). De waarneming in juli 1993 is met een pijl gemarkeerd. 0 = geen gegevens.
- Afbeelding 4.12. Verloop van de watertemperatuur, de pH en het chloridegehalte in het Duinigermeer en de referentiewateren, van 1992 t/m 1994.
- Afbeelding 4.13. Verloop van het doorzicht en de gehalten aan chlorofyl-a en zwevend stof in het Duinigermeer en de referentiewateren, van 1992 t/m 1994.
- Afbeelding 4.14. Verloop van het gehalte aan totaal-P, ortho-P, Kjeldahl-N, NH_4^+ en NO_3^- in het Duinigermeer en de referentiewateren, van 1992 t/m 1994.
- Afbeelding 4.15. Verloop van de algensamenstelling in de referentiewateren, van 1992 t/m 1994.
- Afbeelding 4.16. Verloop van de samenstelling van het zoöplankton in de referentiewateren in 1992 en 1993.
- Afbeelding 5.1. Verloop van de windsnelheid (in dag- en weekgemiddelde) in de omgeving van het Duinigermeer, van 1992 t/m 1994.
- Afbeelding 5.2. Verloop van het chlorofyl-a gehalte van april t/m september op monsterpunt K125, dat representatief voor de Beulakerwijde en Belterwijde beschouwd wordt. In afbeelding A zijn april en mei met een blokje gemarkeerd, in afbeelding B juni en juli. De lijnen zijn het gemiddelde over de betreffende jaren (uit Klinge & Grimm, 1994a)
- Afbeelding 5.3. Verloop van de waterstand in Friesland in 1876 en in 1976.
- Afbeelding 5.4. Verloop van het zomergemiddelde chlorofyl-a gehalte in de Beulakerwijde, van 1977 t/m 1991.
- Afbeelding 5.5. Verloop van de maandelijkse hoeveelheid (gebiedsvreemd) water welke gedurende het experiment vanuit de Friese boezem in Noordwest-Overijssel is gelaten (gegevens Waterschap Friesland).
- Afbeelding 5.6. Indicatie van kosten van visstandbeheer als functie van het oppervlak van het water (uit Hosper et al., 1992).

BIJLAGE I Korte beschrijving Oostelijke Belterwijde en Schutsloterwijde

Oostelijke Belterwijde

De Oostelijke Belterwijde is 220 ha groot en heeft een sterk variabele diepte. Grote delen van het meer zijn 1-1,5 m diep. Aan de westzijde is een vaargeul gelegen met een diepte van 5-6 m. Deze vaargeul maakt onderdeel uit van de vaarroute Beukers-Steenwijk en wordt druk bevaren. Buiten de vaargeul wordt veel gezeild en gesurfd. In het noorden liggen enkele campings met jachthavens

De bodem van de Oostelijke Belterwijde bestaat grotendeels uit zand. Plaatselijk is veen aanwezig. Op een aantal plaatsen is de ondergrond bedekt met een sliblaag met een dikte van 30 cm of meer.

Afgezien van enkele velden met gele plomp en witte waterlelie komen er geen waterplanten in het meer voor.

Schutsloterwijde

De Schutsloterwijde is 132 ha groot en heeft een gemiddelde diepte van ± 1 m. Het meer ligt ten zuiden van de Westelijke Belterwijde en wordt door z'n geïsoleerde ligging nauwelijks bezocht door recreanten.

De bodem van het meer bestaat voor een belangrijk deel uit slappe veenbagger en slib. Verspreid over het meer staan grote pollen mattenbies. Daarnaast komen enkele velden voor met watergentiaan, gele plomp en witte waterlelie. Ondergedoken waterplanten ontbreken geheel.

Inkomen uit de visserij

