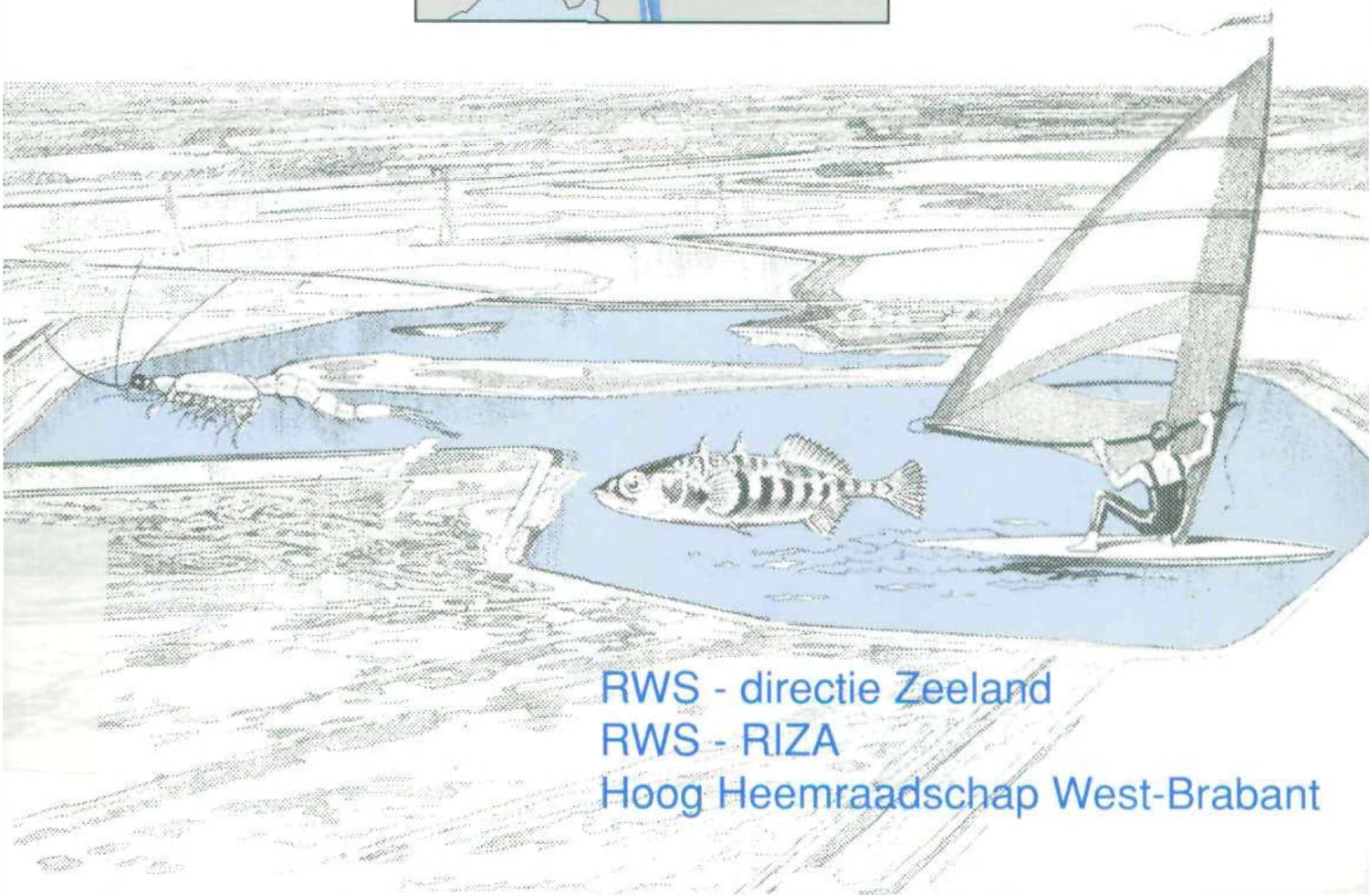
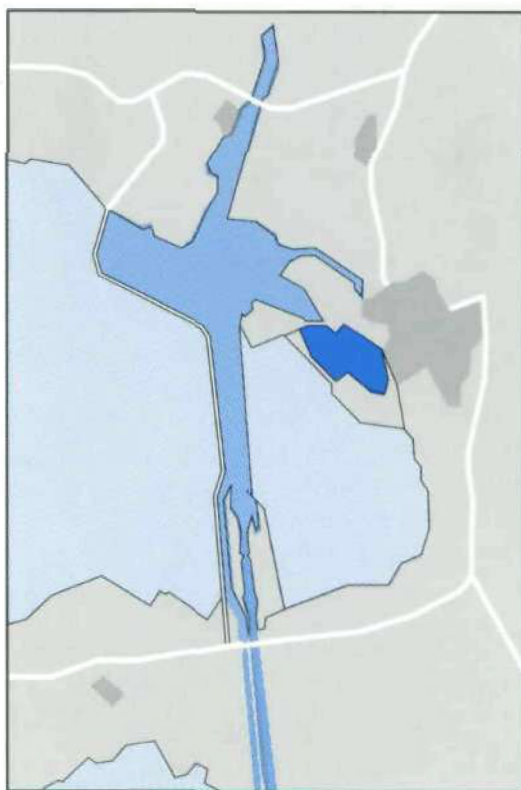


WATERBEHEER BINNENSCHIELDE



RWS - directie Zeeland

RWS - RIZA

Hoog Heemraadschap West-Brabant

Voortgangsrapportage Beheer Binnenschelde 1992

Werkgroep Actief Biologisch Beheer Binnenschelde

M.H.C. van den Hark
Dordrecht, oktober 1993

Rijkswaterstaat RIZA
Vestiging Dordrecht
Van Leeuwenhoekweg 20
3316 AV Dordrecht
Tel. 078-322500, fax. 078-315003
doorkiesnummer 322636

Nota nr. 93.031

ISBN: 90 3690 003 4

Inhoudsopgave

Verantwoording 5

Samenvatting 7

1 Inleiding 9

1.1 Beschrijving van de Binnenschelde 9

1.2 Doelstellingen en aanpak van het waterbeheer 10

2 Maatregelen en ontwikkelingen van 1988-1991 12

2.1 Hydrologisch beheer 12

2.2 Wegbaggeren fosfaatrijk slib 12

2.3 Actief biologisch beheer 12

2.3.1 Biotoopvorming 13

2.3.2 Beïnvloeding voedselketen 13

2.4 Helderheid en algengroei 15

3 Gevoerd beheer in 1992 17

3.1 Waterbeheer 17

3.2 Actief biologisch beheer 17

3.3 Maaibeheer 19

4 Bemonsteringsmethoden 21

5 Ontwikkelingen 23

5.1 Waterkwaliteit 23

5.2 Zoöplankton 28

5.3 Waterplanten 31

5.4 Vis 33

6 Conclusies en discussie 37

7 Aanbevelingen voor beheer en onderzoek 39

Literatuur 40

.....
Bijlagen

- Bijlage 1. Dieptekaart van de Binnenschelde
- Bijlage 2. Maaienbeheer van waterplanten in de Binnenschelde in 1992.
- Bijlage 3. Meting zuurstofverticalen in de Binnenschelde op 19 mei 1992.
- Bijlage 4. Waterplanten Binnenschelde, opname 7 september 1992.

Verantwoording

Dit is het laatste rapport in een serie dat voor de werkgroep Actief Biologische Beheer Binnenschelde onder voorzitterschap van Rijkswaterstaat directie Zeeland wordt opgesteld. De werkgroep is begin 1988 gevormd om de Beheerscommissie Binnenschelde te adviseren bij de uitvoering van het beheer en de beheersoverdracht. De werkgroep bestond in 1992 uit de volgende personen:

C.W. Iedema	RWS, directie Zeeland voorzitter tot okt. '92
F.L.G. de Bruijkere	RWS, directie Zeeland voorzitter vanaf okt. '92
R.E.M. van Oers	HWB ¹
L. v. Ballegooijen	RWS, RIZA
M.H.C. van den Hark	RWS, RIZA
E.H.R.R. Lammens	RWS, RIZA
M.L. Meijer	RWS, RIZA
M. Klinge	Witteveen & Bos
H. v. Rossum	NVVS ²

Op 29 maart 1993 is het waterbeheer van de Binnenschelde overgedragen aan het Hoogheemraadschap West-Brabant. De werkgroep is hiermee opgeheven. Door het Hoogheemraadschap is een nieuwe werkgroep geformeerd onder dezelfde naam. In de overgangsfase naar de nieuwe werkgroep begin 1993 heeft een aantal personen met adviezen en commentaar bijgedragen aan dit rapport:

T.E.M. Rutters	gemeente Bergen op Zoom
H. Schutten	RWS, RIZA
G. Waaijen	HWB

Noot 1 HWB = Hoogheemraadschap West-Brabant

Noot 2 NVVS = Nederlandse vereniging van sportvisfederaties

Samenvatting

Er was voorspeld dat de Binnenschelde een eutroof en troebel water zou worden. Daarom is actief biologisch beheer vanaf het ontstaan van de Binnenschelde in 1988 een belangrijk onderdeel van het waterbeheer van de Binnenschelde geweest. Door de ontwikkelingen in het nieuwe ecosysteem te volgen en zonodig bij te sturen, zou helder water gecreëerd kunnen worden, met een doorzicht dat voldoet aan de zwemwaternorm van 1 m.

Tot het najaar van 1990 was de Binnenschelde inderdaad troebel. Eind augustus 1990 waren er ineens veel grote cladoceren (watervlooien) in de Binnenschelde en is het water helder geworden, met op veel plaatsen bodemzicht. In 1991 vertoonde de Binnenschelde het klassieke patroon van helderheid voor zoete wateren met een helder-water periode in mei-juni.

In deze nota worden het waterbeheer en de ontwikkelingen in het ecosysteem en de waterkwaliteit in de Binnenschelde in 1992 geëvalueerd.

In 1992 is het water van de Binnenschelde tot november helder gebleven, het doorzicht bedroeg minimaal 1 m. In november en december 1992 is, met name als gevolg van een toename van het chlorofyl-a-gehalte, het doorzicht afgenomen tot minder dan 0,6 m.

Het goede doorzicht is te danken aan het lage chlorofylgehalte (max. 17 µg/l). In tegenstelling tot 1991 lijkt het lage chlorofylgehalte niet het gevolg te zijn van de graas door grote zoöplanktonsoorten als Daphnia's, want die waren slechts in geringe dichtheid aanwezig. In het voorjaar waren echter de concentraties van met name ortho-fosfaat en nitraat, maar ook van ammonium regelmatig zo laag dat ze beperkend kunnen zijn geweest voor de algengroei. In de zomer zijn de nutriëntenconcentraties echter niet meer limiterend geweest voor de algengroei.

De zoöplanktongemeenschap in de Binnenschelde wordt in 1992 gedomineerd door juveniele copepoden (roeipootkreeftjes) en rotatoren (radardiertjes). Cladoceren en volwassen copepoden komen nauwelijks voor. Hierdoor ontbreekt in mei-juni de fase van zeer helder water, die het gevolg is van een sterke graasdruk door cladoceren. Voor de afwezigheid van cladoceren kan geen eenduidige verklaring gegeven worden. In het voorjaar is, gezien de geringe algenbiomassa, voedselgebrek een mogelijke oorzaak voor het ontbreken van cladoceren. In de zomer kan de predatie door O⁺-baars verhinderd hebben dat de cladoceren tot ontwikkeling kwamen.

In 1992 is in de Binnenschelde een explosieve groei van waterplanten opgetreden (zie hoofdstuk 5). De gemiddelde bedekking over het hele meer wordt geschat op circa 75% en het aantal soorten is toegenomen tot 5. Door de enorme toename van de hoeveelheid waterplanten in 1992 werd een verlaging van de stikstofconcentratie verwacht. De nitraat- en ammoniumconcentraties waren in 1991 echter al laag. De nitraatconcentratie is in 1992 laag gebleven maar de ammoniumconcentratie is in 1992 hoger dan in 1991.

Voor de recreatie was het noodzakelijk de waterplanten over een deel van het meer te maaien. Dat is uiteindelijk 5 keer gebeurd in de periode mei-augustus.

Verwacht wordt dat in 1993 de waterplanten even sterk tot ontwikkeling zullen komen als in 1992; het maaibeheer kan dan op dezelfde wijze worden voortgezet. Het is aan te bevelen in het najaar, evenals in 1991, het opeengehoopte, afgestorven plantenmateriaal te verwijderen om stankoverlast en detritusvorming te voorkomen.

In 1992 is voor het eerst recrutering van baars, snoek en ruisvoorn vastgesteld. De visbiomassa is toegenomen tot 20-25 kg/ha en wordt nog steeds gedomineerd door baars en snoek. Op basis van het zomergemiddelde totaal-P-gehalte wordt een visbiomassa van 150-200 kg/ha haalbaar geacht in de Binnenschelde. Nu recrutering is opgetreden mag verwacht worden dat de visbiomassa de komende jaren snel zal toenemen. Maar zolang de recrutering beperkt blijft tot roofvissen als snoek en baars, is er van een evenwichtig opgebouwde visstand geen sprake en zal de visbiomassa beneden het niveau van circa 150 à 200 kg/ha blijven.

Waarschijnlijk wordt de recrutering van witvissoorten als brasem en blankvoorn mede geremd door het hoge chloridegehalte van circa 1.000 mg/l. De roofvissen baars en snoek ondervinden hiervan geen hinder. Het is dus raadzaam geen maatregelen te nemen (bijv. doorspoelen) die het chloridegehalte sterk verlagen.

Er is nauwelijks oevervegetatie aanwezig in de Binnenschelde. Voor het bereiken en handhaven van de gewenste snoekstand van 30-50 kg/ha is het nodig een areaal aan emerse vegetatie te creëren van ca 11-19 ha (Klinge, 1992).

1 Inleiding

In dit rapport wordt ingegaan op het waterbeheer en de ontwikkelingen in het ecosysteem en waterkwaliteit in de Binnenschelde in 1992. Ter informatie wordt in hoofdstuk 2 een overzicht gegeven over het waterbeheer en de ontwikkelingen in het meer in de periode van 1988 t/m 1991.

De resultaten van het zoöplanktononderzoek en de visstandbemonsteringen zijn uitgebreid in afzonderlijke rapporten vastgelegd door respectievelijk Dekker en Bijkerk (1993) en Klinge (1992)

.....

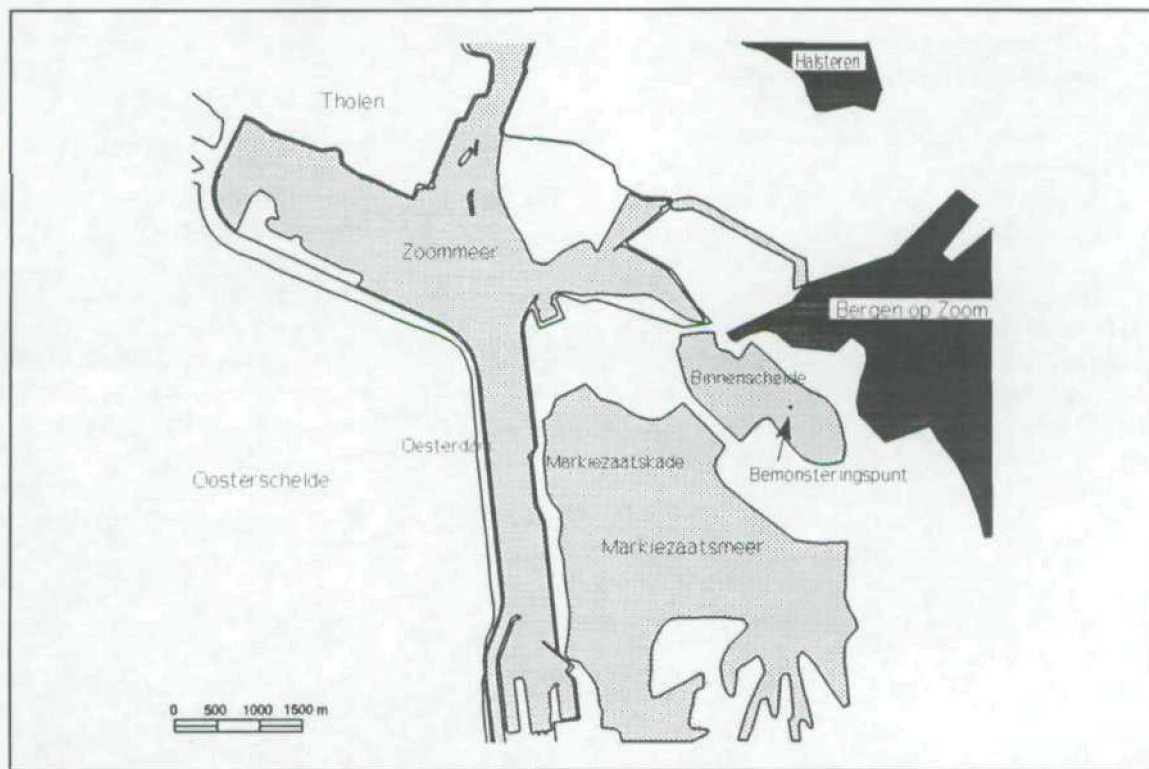
1.1 Beschrijving van de Binnenschelde

De Binnenschelde ligt ter hoogte van Bergen op Zoom aan de noordzijde van het Markiezaatsgebied (figuur 1.1). Tot 1982 behoorde de Binnenschelde tot het meest oostelijke deel van de Oosterschelde. Het gebied wordt in het noorden gescheiden van het Zoommeer door de noordelijke Markiezaatskade en in het (zuid)westen van het Markiezaatsmeer door de Bergse Plaat.

In het voorjaar van 1988 werd de Binnenschelde gevuld met zoet water vanuit het Zoommeer en begon dit gebied een nieuw leven als stagnant zoet meer met een chloridegehalte van circa 800 mgCl⁻/l. De Binnenschelde heeft de bestemming van recreatiemeer.

Bijlage 1 is een dieptekaart van de Binnenschelde. Bij het streefpeil van NAP +1,50 m heeft het gebied een oppervlakte van circa 180 ha, een gemiddelde waterdiepte van 1,5m en een maximale diepte van 3,5 m. Het totale watervolume bedraagt circa $2,7 \cdot 10^6$ m³. De toegestane peilmarges in de Binnenschelde zijn minimaal 1,4 en maximaal NAP +1,6 m. Peilhandhaving geschiedt door water vanuit het Zoommeer aan te voeren met behulp van een pompgemaal met een capaciteit van circa 1.000 m³/h. In het zuiden bevindt zich een aflatwerk om water uit te laten.

.....
Figuur 1.1 Ligging van de Binnenschelde en de plaats
van het bemonsteringspunt



.....
1.2 Doelstellingen en aanpak van het waterbeheer

Aan overdracht van het beheer van RWS-directie Zeeland naar het Hoogheemraadschap West-Brabant is een voorwaarde gekoppeld ten aanzien van het bereiken van de zwemwaterkwaliteit. Kort samengevat houdt deze voorwaarde in:

"het bereiken en duurzaam kunnen handhaven van een waterkwaliteit waarin de doorzichtsnorm voor zwemwater van 1m zo dicht mogelijk wordt benaderd, waarbij het doorzicht niet door overmatige algengroei wordt beperkt."

De in 1987/1988 opgestelde prognoses over de waterkwaliteit van de Binnenschelde wijzen in de richting van een eutroof, troebel meer, waarin niet voldaan kan worden aan de doorzichtsnorm voor zwemwaterkwaliteit van ten minste 1m.

Deze prognoses zijn vooral geënt op de sterke fosfaataflevering uit de bodem in combinatie met de verblijftijd van het water. Besloten wordt af te zien van de oorspronkelijk geplande defosfatering van het in te laten water uit het Zoommeer en een tweesporen aanpak te volgen:

- het wegbaggeren van fosfaatrijk bodemslib;
- actief biologisch beheer.

Het wegbaggeren van fosfaatrijk slib is gericht op reductie van fosfaataflevering uit de bodem. Actief biologisch beheer wordt noodzakelijk geacht om te voorkomen dat de Binnenschelde zich ontwikkelt in de richting van een stabiel geëutrofiëerd systeem bij het, zeker aanvankelijk, nog te hoge fosfaatgehalte. De uitgangssituatie voor actief biologisch beheer lijkt gunstig, omdat de Binnenschelde zich nog in een vroege ontwikkelingsfase bevindt; zoetwatervis is nog afwezig en het meer is hydrologisch geïsoleerd van de omringende wateren. Dit biedt mogelijkheden de ontwikkelingen vanaf het begin te begeleiden en waar nodig bij te sturen in de richting van een waterplantenrijk door snoek gedomineerd systeem.

2 Maatregelen en ontwikkelingen van 1988-1991

De maatregelen en ontwikkelingen in de Binnenschelde in de periode 1988-1991 zijn beschreven in van den Hark en Iedema (1991, 1992). Hier volgt een korte samenvatting

2.1 Hydrologisch beheer

De waterbalans van de Binnenschelde wordt voornamelijk bepaald door de posten neerslag en verdamping. In praktijk hoeft voor de handhaving van het waterpeil slechts weinig water te worden in- of uitgelaten. De in te laten hoeveelheid water vanuit het Zoommeer bedroeg in 1989-1991 slechts 17-34% van de totale wateraanvoer.

De verblijftijd bedroeg 18 tot 23 maanden.

Het chloridegehalte van het water is toegenomen en bevond zich in 1991 in de range van 1.000-1.200 mgCl⁻/l.

2.2 Wegbaggeren fosfaatrijk slib

In 1988 bleek uit fosfaatsnaleveringsexperimenten dat de fosfaatsnalevering uit de bodem plaatselijk zeer hoog was (10-20 mgP/m²/d). De interne fosfaatbelasting van 1,5-2,5 gP/m²/j was vele malen hoger dan de externe belasting van circa 0,04 gP/m²/j. Daarom is besloten het fosfaatrijke slib te verwijderen. Van mei-september 1988 is 220.000 m³ slib verwijderd van 47 ha meerbodem.

In eerste instantie leek dit een gunstig effect te hebben. In 1989 bedroeg de interne belasting vanuit de bodem circa 0,5 gP/m²/j (fosfaatafgifte van 1,1-1,5 mgP/m²/d). In 1990 bleek deze al weer te zijn toegenomen tot circa 1,8 gP/m²/j ($\pm$ 5 mgP/m²/d). De interne fosfaatbelasting is hiermee weer op het oude niveau van voor het baggeren. Een verklaring hiervoor is moeilijk te geven.

Het verwijderen van het fosfaatrijke slib heeft geen meetbaar effect gehad op de fosfaatconcentratie in het water. In 1988, 1989 en 1990 is de zomergemiddelde fosfaatconcentratie nagenoeg gelijk gebleven; 0,31-0,39 mg P/l.

2.3 Actief biologisch beheer

Het actief biologisch beheer van de Binnenschelde was primair gericht op het sturen van de visstand in de gewenste richting. Dit gebeurt langs twee wegen:

- biotoopvorming;
- beïnvloeding voedselketens.

2.3.1 Biotoopvorming

Biotoopvorming is primair gericht op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten en het creëren van tijdelijke refugia die moeten dienen als opgroei-, paai- en overwinteringsbiotoop voor snoek.

Vanwege het mariene verleden waren in de bodem van de Binnenschelde geen zaden of kiemkrachtige vegetatieve delen van zoetwaterplanten aanwezig. Omdat een snelle kolonisatie van buitenaf vanwege de waterhuishoudkundig geïsoleerde ligging niet verwacht werd, zijn in 1988 en 1989 op ondiepe plaatsen (< 0,8 m) waterplantendelen geënt:

- juni 1988: kranswieren en waterpest, pluksgewijs geënt;
- mei 1989: fonteinkruiden en waterpest, in grofmazige zakken.

In het noordoosten van het meer, één van de gebieden waar in mei 1989 fonteinkruiden zijn geënt, zijn in 1990 voor het eerst waterplanten waargenomen; circa 30 pollen Schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) met een doorsnede van ± 3 m. In juli 1991 kwam in ongeveer een kwart van de Binnenschelde Schedefonteinkruid voor met een bedekkingsgraad van 1-10%.

Riet, biesen en overhangend (wilgen)struweel is nagenoeg afwezig in de Binnenschelde. Om kannibalisme van uitgezette jonge snoek te beperken en om predatie door visetende watervogels tegen te gaan zijn in april 1989 drijvende refugia van wilgetenen geïnstalleerd met een diameter van 14 m. Deze zijn in de winter van 1989/1990 verdwenen. Op enkele ondiepe plaatsen langs de oever is in 1990 spontaan een rietvegetatie tot ontwikkeling gekomen.

2.3.2 Beïnvloeding voedselketen

Visstandbeheer

Beïnvloeding van de voedselketen vindt met name plaats door middel van visstandbeheer.

In 1987 werd er vanuit gegaan dat er nog geen zoetwatervispopulatie aanwezig was. Allereerst zijn maatregelen genomen om de kolonisatie met zoetwatervis zoveel mogelijk te vertragen. In het voorjaar van 1988 is een visrooster met een maaswijdte van 10 mm geplaatst voor het inlaatwerk in de noordelijke Markiezaatskade. Bovendien wordt in de periode 15 april-1 juli al het uit het Zoommeer aangevoerde water door een filterzak van nicolondoek geleid om visbroed af te vangen. Zo is in 1988 en 1989 al het ingelaten water via de filterzak geleid. In 1990 is aan de Zoommeerzijde van het inlaatwerk een stenen wal gemaakt om zo het in te laten water voor te filteren. Om wegtrek van vis te voorkomen is medio 1989 bij het aflatwerk een visrooster met maaswijdte van 9 mm geplaatst.

Desondanks bleek in 1988 een omvangrijke stekelbaarspopulatie in de Binnenschelde aanwezig te zijn. In april 1989 is een grootschalige bevissing uitgevoerd om de reeds sterk gereduceerde stekelbaarspopulatie te verwijderen.

Om te voorkomen dat de stekelbaarspopulatie zich na deze versterking weer drastisch uitbreidt werd in mei 1989 roofvis uitgezet:

- begin mei: 100.000 pootsnoekjes;
- half mei: 500 kg pootaal.

Op 25 april 1991 zijn 5.000 baarsjes (in totaal 33 kg; 0,2 kg/ha) uitgezet om te voorkomen dat de aasgarnaal weer tot ontwikkeling zou komen.

De visstand kwam vanaf 1989 langzaam tot ontwikkeling en werd de eerste jaren vooral gedomineerd door snoek en baars. Verder kwamen blankvoorn en aal regelmatig voor en is incidenteel brasem, 3-doornige stekelbaars, ruisvoorn en karper waargenomen. In maart 1990 was 2-4 kg/ha vis aanwezig (1,5-2,3 kg/ha snoek; 0,9-1,2 kg/ha baars). In oktober 1991 was de visbiomassa met 10-20 kg/ha nog steeds laag (1,6-3,1 kg/ha snoek; 2,3-3,7 kg/ha baars).

Opvallend is dat zowel in 1990 als 1991, met uitzondering van stekelbaars, geen recrutering van jonge vis heeft plaatsgevonden.

De in mei 1989 uitgezette snoekjes groeiden aanvankelijk goed. Eind augustus-begin september trad er een plotselinge sterfte op. De oorzaak hiervoor is onbekend, maar de sterfte lijkt niet het gevolg te zijn van een slechte waterkwaliteit of te gering voedselaanbod. In maart 1990 waren nog zo'n 1.000-1.500 snoekjes (1,5-2,3 kg/ha) aanwezig in een redelijk conditie. De groei van de snoek is in 1990 en 1991 slecht geweest. De conditie van de snoeken tot circa 34 cm is goed te noemen, terwijl die van de grotere snoeken matig tot slecht was. Waarschijnlijk is dit het gevolg van gebrek aan voldoende prooivis. In de magen van snoek en baars zijn vooral steurkrabben, aasgarnalen en vlokreeften aangetroffen. Voor grotere snoeken is dit niet het geschikte voedsel, voor baars wel. De conditie van baars was dan ook goed.

Zoöplankton

Vanwege de hydrologische geïsoleerdheid van de Binnenschelde en de afwezigheid van groot zoöplankton zijn in 1988 en 1989 cladoceren (watervlooien) geënt:

- juni 1988: 5 melkbussen water van 250 l met circa 1.000 cladoceren/l;
- juli 1989: 24 uur aanvoer Zoommeerwater met 990 m³/h en circa 10 cladoceren/l.

In 1988 en 1989 is in de monsters uit de Binnenschelde slechts sporadisch één cladoceer aangetroffen (b.v. juli 1989, 1 *Daphnia pulex*). In het monster van 30 juli 1990 zijn de eerste Cladoceren (*Daphnia pulex*)esignaleerd en vanaf 27 augustus kwamen ze in grote aantallen voor. Aanvankelijk betrof het de kleinere soort *Daphnia cucullata*, maar vanaf september domineerden de relatief grote *Daphnia pulex*, *Daphnia magna* en *Daphnia spec*.

In 1989 werd de ontwikkeling van Cladoceren waarschijnlijk onderdrukt door de sterke predatie door aasgarnalen. In 1990 waren die verdwenen en konden de Cladoceren wel voorkomen in de Binnenschelde. Dat ze uiteindelijk pas vanaf eind juli 1990 zijn waargenomen komt waarschijnlijk omdat ze toen pas door het inlaten van Zoommeerwater weer in de Binnenschelde geënt zijn.

Aasgarnalen

Bij de visstandsbemonsteringen in juni, juli en augustus 1989 is een grote dichtheid aan aasgarnalen waargenomen, naar schatting 580-3.000 individuen/m². In 1990 waren de aantallen reeds sterk afgenomen en varieerden van 1,5 tot 137 ind./l. Ook in 1991 bleven de aantallen laag.

Grote aantallen aasgarnalen, zoals waargenomen in 1989, moeten in staat worden geacht een hoge graasdruk op het zoöplankton uit te oefenen. Om te voorkomen dat de aasgarnaal zich weer zou kunnen ontwikkelen zijn in april 1991 5.000 baarsjes uitgezet (zie visstandbeheer). In hoeverre deze baars de aasgarnalen heeft kunnen onderdrukken is uit de ontwikkeling van de dichtheden van de aasgarnalen niet af te leiden. Bij een baarsstand van circa 1 kg/ha in 1990 was het aantal aasgarnalen ook reeds gering.

..... 2.4 Helderheid en algengroei

Van 1988 t/m de zomer van 1990 was de Binnenschelde een troebel meer met een doorzicht van 3 tot 5 dm. Het geringe doorzicht was voor een belangrijk deel het gevolg van het hoge detritusgehalte. De vooruitzichten voor verbetering waren somber. Vanaf eind augustus 1990 is de Binnenschelde langzaam overgegaan naar een helder systeem, met op veel plaatsen bodemzicht. In 1991 vertoonde de Binnenschelde het klassieke patroon van helderheid voor zoete wateren; vanaf maart 1991 was het doorzicht meer dan 1 m, in juli en augustus daalde het tot 6 à 9 dm. maar in september nam het weer toe tot 2 m.

De toename van het doorzicht hangt samen met de sterke toename van de dichtheid van cladoceren en de graasdruk op algen. Hierdoor nam niet alleen het chlorofyl-a-gehalte af maar is ook het detritusgehalte onverwacht sterk gedaald. Tevens is het gloeirestgehalte in het water afgenomen. Het is onduidelijk in hoeverre het gloeirestgehalte gedaald is door de daling van het detritusgehalte of dat er minder resuspensie is door de uitbreiding van de bedekking met waterplanten.

Tegelijkertijd met de verandering naar een helder meer is ook het gehalte aan particulier- en/of organisch gebonden fosfaat sterk gedaald. Opvallend is dat de concentratie van Kjeldahl-N niet is gedaald. Op basis van de totaal-fosfaat- en totaal-stikstofconcentratie is de Binnenschelde in 1991 echter nog steeds een eutroof meer. Wel waren de concentraties ortho-fosfaat, ammonium-stikstof en met name nitraat-stikstof regelmatig lager dan de detectielimieten, welke overeenkomen met de grenzen voor P en N-beperkte algengroei. Het kan

dan ook niet uitgesloten worden dat in de zomer en het najaar van 1991 de algengroei tijdelijk beperkt is geweest door met name stikstofgebrek.

Opvallend is dat met het helder worden van het meer de waterplanten zich in 1991 sterk hebben uitgebreid over het meer. De afname van de concentraties $\text{NH}_4\text{-N}$ en $\text{NO}_3\text{-N}$ is hiervan waarschijnlijk het gevolg.

Door de toename van de graasdruk in 1990 is niet alleen de algengroei afgenomen maar is tevens de soortensamenstelling veranderd. Tot 1990 waren blauwalgen en groenalgen dominant. Vanaf september 1990 werd de algensamenstelling gedomineerd door flagellaten (cryptophyceae) van de soort *Rhodomonas minuta*.

3 Gevoerd beheer in 1992

3.1 Waterbeheer

Het **waterpeilverloop** in 1992 is weergegeven in figuur 3.1. In de zomer van 1992 is er 5.400 m³ water vanuit het Zoommeer naar de Binnenschelde gepompt. Hierbij is geen gebruik gemaakt van het filterdoek dat de bedoeling heeft visbroed tegen te houden. Gedurende 26,5 uur (van 11-11-1992, 12.00h tot 12-11-1992, 14.30h) is water afgevoerd van de Binnenschelde naar de omleidingssloot op de Bergse Plaat. De capaciteit van de doorspoelconstructie is niet bekend. In de waterbalans is deze post verwaarloosd. Bij een waterpeil boven NAP +1,60 m (hoogte overstortdrempel) is water afgevoerd naar het Zoommeer via de duiker in de noordelijke Markiezaatskade. De hoeveelheid is echter niet geregistreerd. In tabel 3.1 staat de **waterbalans** voor 1992. In vergelijking met 1988-1991 was 1992 een nat jaar, waardoor nauwelijks water uit het Zoommeer is ingelaten en wel veel water is uitgelaten. Wegzijing en uitlaat zijn berekend uit het peilverloop.

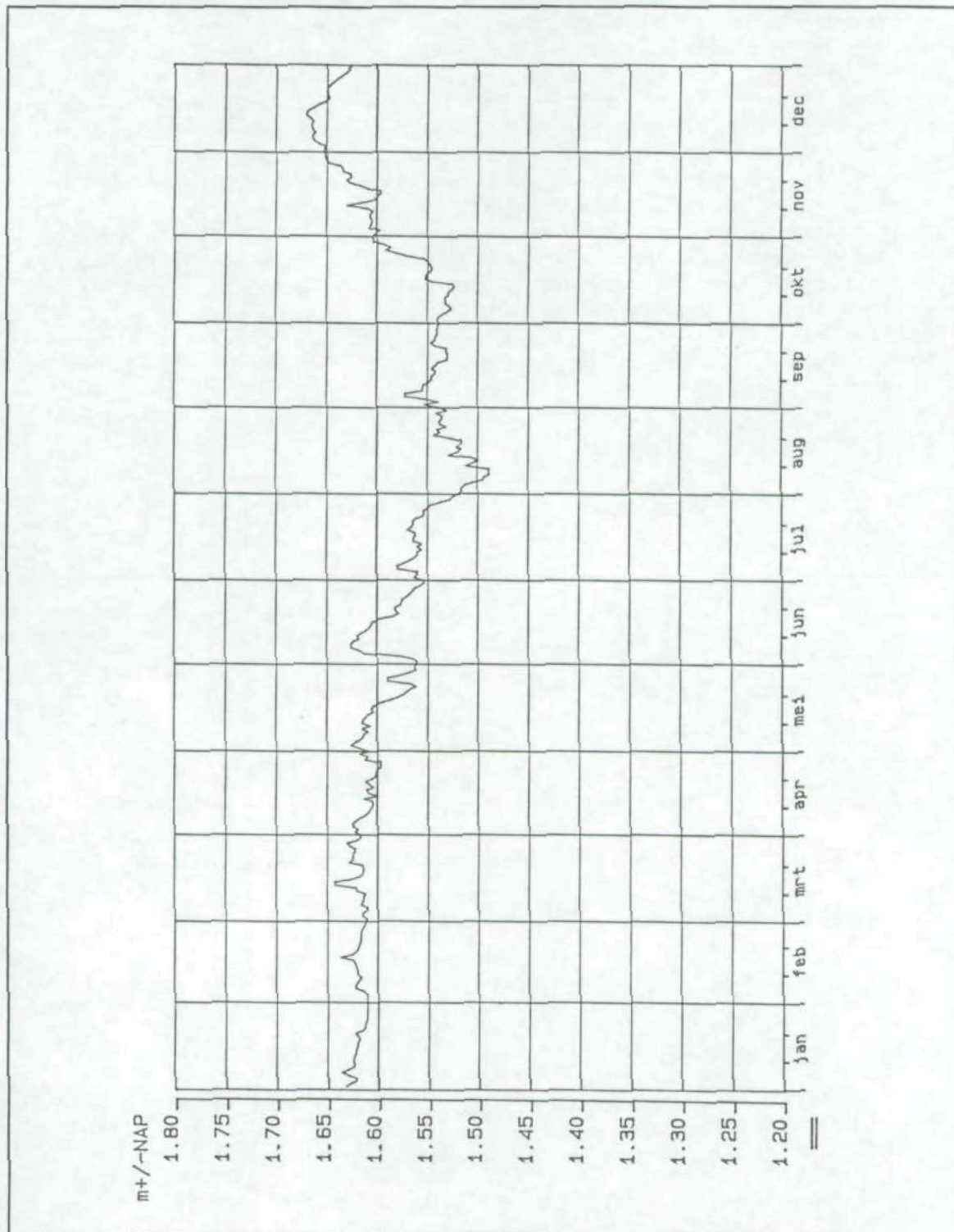
Tabel 3.1 Waterbalans Binnenschelde 1989-1991 en 1992

	IN					UIT			
	(*10 ⁶ m ³)					(*10 ⁶ m ³)			
	1989	1990	1991	1992		1989	1990	1991	1992
neerslag	1,15	1,20	1,18	1,71	verdamping	1,39	1,3	1,5	1,35
inlaat	0,58	0,38	0,24	< 0,01	uitlaat	0,01	0,06	--	0,15
kwel	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	wegzijing	0,04	0,08	--	0,21
totaal	1,73	1,58	1,42	1,71	totaal	1,44	1,53	1,5	1,71
verblijftijd (in maanden)	18	20	23	19					

3.2 Actief biologisch beheer

Er zijn geen specifieke maatregelen genomen in het kader van actief biologisch beheer.

.....
Figuur 3.1 Peilverloop Binnenschelde 1992 (bron: Hoogheemraadschap
West-Brabant)



.....
3.3 Maaibeheer

In 1992 is in de Binnenschelde een explosieve groei van waterplanten opgetreden (zie hoofdstuk 5). Voor de recreatie was het noodzakelijk de waterplanten over een deel van het meer te maaien. Dat is uiteindelijk 5 keer gebeurd in de periode mei-augustus, in week 21, 24/25, 27, 30 en 34. In bijlage 2 is het maaibeheer exact weergegeven. Er is steeds gemaaid over een oppervlakte van circa 50 ha ten oosten van de lijn badstrand/waterscheiding. Bij de laatste twee maaibeurten is, in dit gebied, slechts gemaaid op de plaatsen waar nog voor recreanten hinderlijke vegetatie stond.

Naar schatting is een totale biomassa van 1500 à 2000 ton natgewicht aan waterplanten uit de Binnenschelde verwijderd. Na uitlekken op de wal blijft hiervan ongeveer een derde tot een vierde over, dat getransporteerd is naar een verwerkingsplek op de Bergse Plaat. Gedurende het gehele recreatieseizoen is plantenmateriaal van het bad- en surfstrand verwijderd omdat rotting en stankoverlast ter plekke niet gewenst zijn.

De totale kosten van dit waterplantenbeheer bedroegen f 108.094,-. Dat komt neer op circa f 2.200,- per hectare per jaar.

4 Bemonsteringsmethoden

Water

In 1992 zijn, 1 maal per twee weken in het zomerhalfjaar en 1 maal per vier weken in het winterhalfjaar, watermonsters genomen en veldmetingen verricht door de meetdienst Zeeland van Rijkswaterstaat. De watermonsters zijn genomen met een perspex steekbuis van 1,5 m lengte op één plaats midden op het meer (figuur 1.1; X = 77.700, Y = 389.000) met een diepte geringer dan 1,5 m. Met de steekbuis is tot 1 à 2 dm boven de bodem de gehele waterkolom bemonsterd. Het laboratorium van het Hoogheemraadschap West-Brabant heeft de chemische analyses verricht volgens de NEN-normen.

Fyto- en zoöplankton

Door problemen met de conservering zijn over 1992 geen gegevens over de algensamenstelling beschikbaar. Voor de bepaling van de zoöplanktonsamenstelling is in totaal 25 liter water met de steekbuis bemonsterd en gefilterd over een planktongaas van 55 µm. Het op het filter achtergebleven materiaal werd overgebracht in een monsterpotje van 100 ml en geconserveerd met 96% ethanol. In sedimentatiecuvetten is met een omkeermicroscoop het totaal aantal individuen geteld en zijn van de groepen cladoceren/copepoden en rotiferen (radardieren) elk 100 individuen gedetermineerd tot op soort. Voor grotere organismen (Neomysis, Gammarus) is het hele monster geteld (Dekker & Bijkerk, 1993).

Zuurstofverticalen

Op 19 mei 1992, in het paaiseizoen voor vis, is vroeg in de ochtend op 10 plekken de zuurstofverticaal opgemeten (bijlage 3). Vanaf vlak boven de bodem is elke 0,25 m. met een zuurstof-elektrode het zuurstofgehalte en de -verzadiging gemeten. De eerste meetperiode was van 4.35h - 6.00h, de 2e periode van 6.55h - 7.50h. Er is specifiek vlak voor en na zonsopgang gemeten omdat dan de laagste zuurstofgehaltes voorkomen. Immers de gehele nacht is er alleen maar zuurstof geconsumeerd en de productie van zuurstof door waterplanten en algen is nog niet op gang gekomen. De locaties zijn zo gekozen dat er verschillen in diepte, bodemsamenstelling en waterplantenbedekking zijn (zie bijlage 3).

Waterplanten

Op 27 augustus 1992 is met behulp van een sportvliegtuig een globale vegetatie-inspectie vanuit de lucht uitgevoerd. Hierbij zijn kleuren-dia's gemaakt. Op basis van de luchtopnamen zijn enkele lokaties geselecteerd waar op 7 september een vegetatieopname is uitgevoerd (figuur 17). Hierbij zijn de verschillende soorten gedetermineerd en is hun bedekkingsgraad geschat ingedeeld naar 7 klassen (zie bijlage 4). Tevens is de totale bedekking met waterplanten geschat. De informatie uit de luchtfoto's en veldopnamen is verwerkt tot een vegetatiekaart.

Vis

Door Witteveen & Bos is in juni 1992 een broedbemonstering uitgevoerd en is in november de omvang en samenstelling van de visstand bepaald. Bij beide bemonsteringen is voor de bevissing van de begroeide oeverzone een electrovisapparaat gebruikt. Voor de broedbemonstering is op het open water gebruik gemaakt van een raamkuil en kieunnetten. Voor de bestandsopnamen is een kieunnet en een wonderkuil gebruikt (Klinge, 1992). Vanwege het heldere water zijn de bevissingen 's nachts uitgevoerd.

Bij de broedbemonstering in juni is alleen de soort en een indicatie van aantallen bepaald. Van een aantal baarsjes is de maaginhoud bepaald. Verder is gelet op bijvangsten aan zoöplankton, aasgarnalen en andere organismen. Bij de bestandsopname in november is van elke vis de soort, de lengte en het gewicht bepaald. Daarnaast is van een aantal snoeken en baarzen de maaginhoud en het stadium van geslachtsrijpheid vastgesteld.

5 Ontwikkelingen

5.1 Waterkwaliteit

In tabel 5.1 zijn voor een aantal parameters de zomergemiddelde waarden in 1992 vermeld. Voor alle parameters is tevens het seizoensverloop grafisch weergegeven in de figuren 5.1 t/m 5.6. Indien de meetwaarde lager was dan de detectielimiet is als waarde de helft van de detectielimiet aangenomen. Ter vergelijking zijn in tabel 5.1 en de figuren ook de waarden voor enkele voorgaande jaren vermeld.

Tabel 5.1 Zomergemiddelde waarden van een aantal waterkwaliteitsparameters in de Binnenschelde in 1988-1992

parameter	1988	1989	1990	1991	1992
doorzicht [dm]	3	5	3	12	13
pH	8,9	8,8	9	8,7	9,5
zwevende stof	59	-	98	16	10/15
gloeirest	24	-	17	7	-
chloride	865	874	1.028	1.127	1.077
totaal-P	0,33	0,37	0,39/0,31	0,11	0,12
ortho-P	0,04	0,10	0,08/0,05	0,03	0,04
tot-P minus ortho-P	0,27	0,27	0,37/0,27	0,08	0,08
chlorofyl- α [μ g/l]	114	25	56/59	13/10	10
totaal-N	3,42	3,00	3,7	2,5	2,3
anorganisch-N (opgelost)	0,24	0,5	0,8	0,4	0,5
ammonium-N	0,05	0,2	0,6	0,2	0,4
nitraat+nitriet-N	0,18	0,32	0,14	0,18	0,15
Kjeldahl-N	3,3	2,7	3,1	2,3	2,1

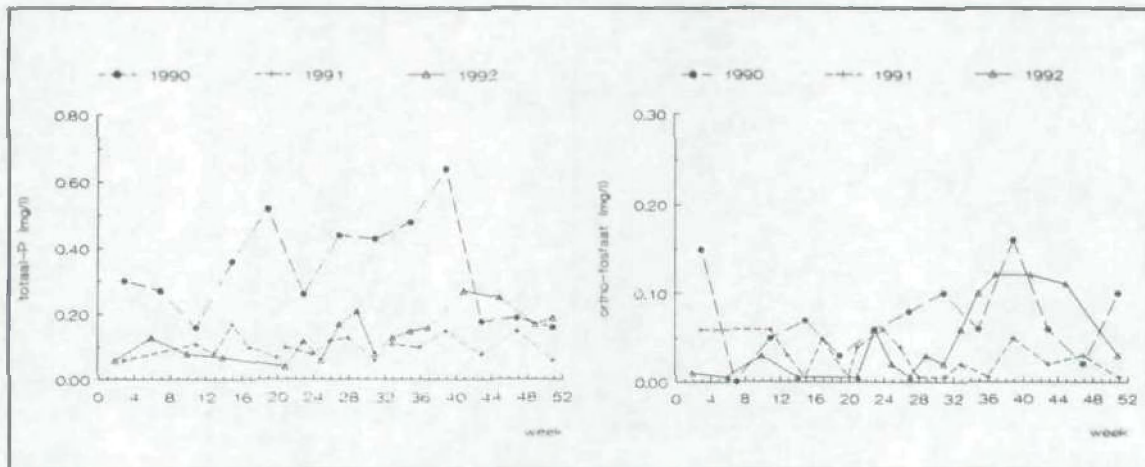
Waarden in mg/l, tenzij anders vermeld.
Bron: 1988, RWS-RIZA; 1989, HWB; 1990 en 1991 HWB/RIZA; 1992, HWB.

De zomergemiddelde waarden voor totaal-P en ortho-P in 1992 zijn even laag als in 1991. De totaal-fosfaatconcentratie voldoet aan de norm van 0,15 mg P/l van de Algemene Milieukwaliteit. Uit figuur 5.1 blijkt zowel de totaal-fosfaat- als de ortho-fosfaatconcentratie vrijwel hetzelfde verloop te vertonen als in 1991. De ortho-fosfaatconcentratie is gedurende het voorjaar een aantal keren minder dan 0,01 mgP/l. Dat zou betekenen dat de algengroei beperkt kan zijn door een gebrek aan fosfaat.

Vanaf week 33 (begin augustus) echter begint de ortho-P- en de totaal-P-concentratie toe te nemen tot meer dan 0,10 mgP/l. Eind december zijn ze weer gedaald. Er zijn een aantal mogelijke oorzaken voor de toename in ortho-fosfaatconcentratie:

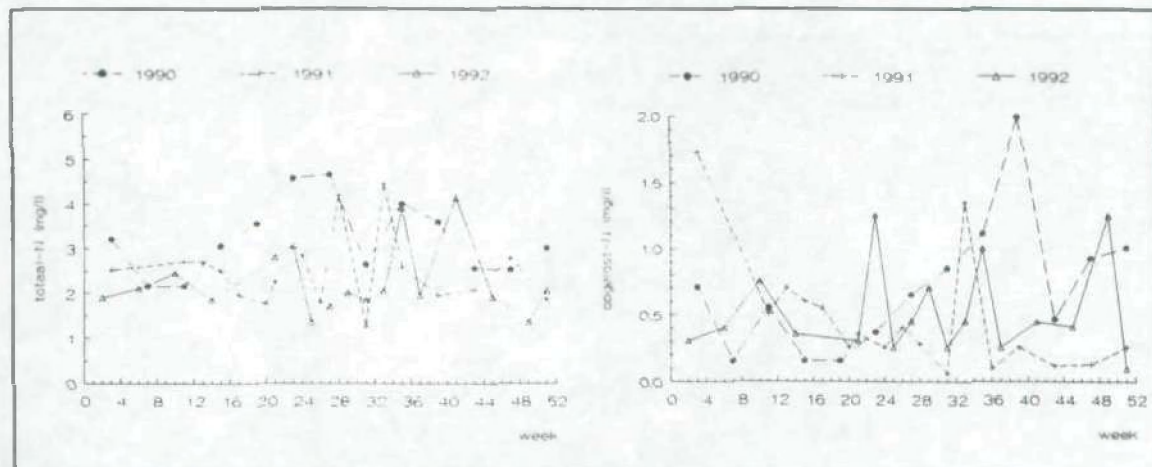
- bij het afsterven van waterplanten komt ortho-fosfaat vrij;
- door de hoge pH neemt de fosfaataflevering toe;
- door de dichte begroeiing van waterplanten ontstaat anaërobie aan de bodem en neemt de fosfaataflevering toe;
- òf door het afsterven van waterplanten en afbraak op de bodem ontstaat anaërobie aan de bodem en neemt de fosfaataflevering toe.

.....
Figuur 5.1 Totaal-P- en ortho-P-concentratie in de Binnenschelde van 1990-1992.

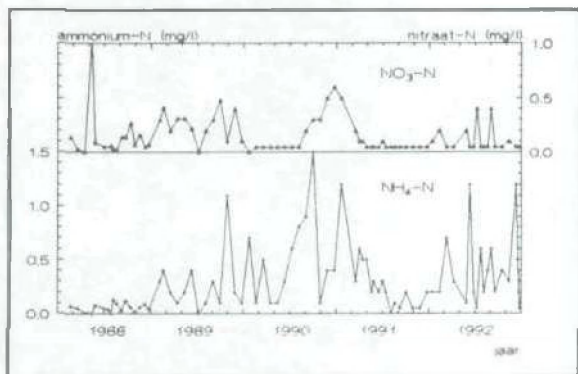


De totaal-stikstofconcentratie (figuur 5.2) en de concentratie aan opgeloste anorganische stikstof fracties (o.a. ammonium-N en nitraat-N) fluctueren in 1992 binnen dezelfde range als in 1991 (figuur 5.2 en 5.3) en zijn daarmee lager dan in de periode 1988-1990. Opvallend is de lagere concentratie van totaal-stikstof in het voorjaar van 1992 en 1991 ten opzichte van 1988-1990. De basiskwaliteitsnorm van 2,2 mg/l wordt echter overschreden.

.....
Figuur 5.2 Totaal-stikstof- en opgelost-stikstof-concentratie in de Binnenschelde van 1990-1992.



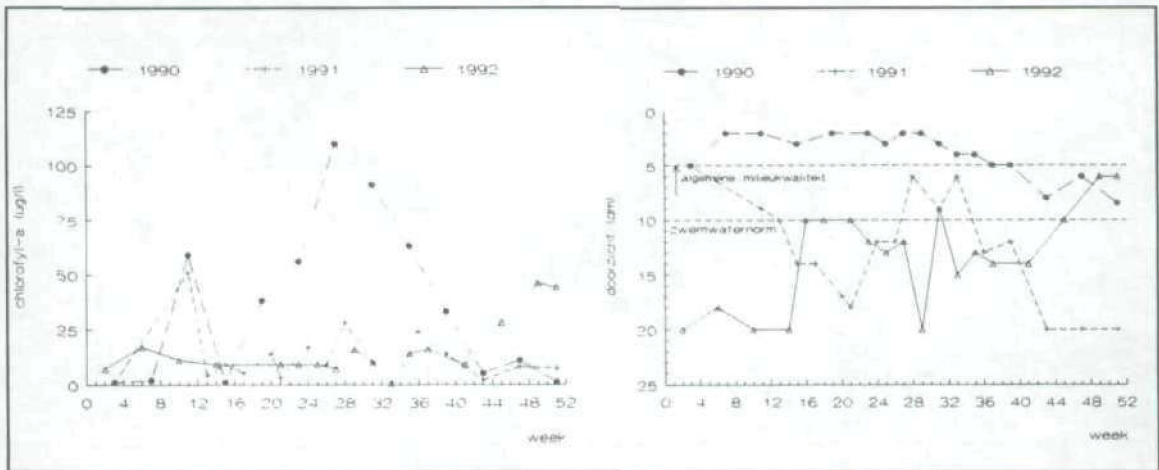
.....
Figuur 5.3 Nitraat- en ammonium-stikstof-concentratie in de Binnenschelde van 1988-1992.



In 1992 is de NH₄-N-concentratie hoger dan in 1991. Wel is regelmatig de concentratie van NH₄-N of NO₃-N lager dan de detectielimiet. De totale opgeloste stikstof fractie is echter nooit lager dan 0,1 mgN/l, welke als grenswaarde voor stikstofgelimiteerde algengroei geldt.

In 1992 is het chlorofyl-a-gehalte t/m oktober laag gebleven met maximale waarden van 16-17 µg/l (figuur 5.4). Dit valt samen met eveneens lage ortho-fosfaatconcentraties. In november neemt het chlorofyl-gehalte toe tot circa 45 µg/l.

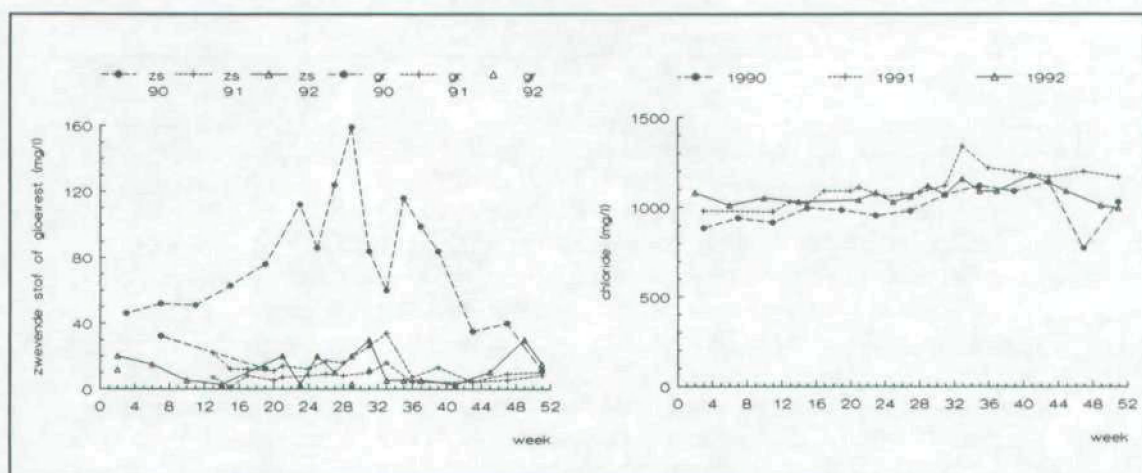
.....
Figuur 5.4 Chlorofyl-a gehalte en secchi-schijf diepte in de Binnenschelde van 1990-1992.



Het hoge doorzicht van circa 2 m, dat eind 1991 is gemeten, heeft zich begin 1992 gehandhaafd (figuur 5.4). De zichtdiepte vertoont niet de klassieke periodiciteit, zoals in 1991. In het voorjaar neemt de zichtdiepte af tot circa 1 m, maar zomergemiddeld was het doorzicht altijd nog 1,3 m. Met de toename van het chlorofyl-a-gehalte in november neemt ook het doorzicht af tot een minimum van 0,6 m. Op een meting na (week 31, eind juli) voldeed de zichtdiepte aan de zwemwaternorm van 1 m.

In figuur 5.5 is het verloop van het **zwevende stofgehalte** en de **gloeirest** weergegeven. Van de twee lijnen met dezelfde signatuur geeft de bovenste lijn het zwevende stofgehalte weer en de onderste lijn de gloeirest. In 1992 is het gloeirestgehalte zo laag dat het meestal niet meetbaar is. Het zwevende stofgehalte is in 1992 even laag als in 1991.

.....
Figuur 5.5 Gehalte van zwevend stof en gloeirest en chloride-
concentratie in de Binnenschelde van 1990-1992.
(Van de twee lijnen met dezelfde signatuur geeft de
bovenste lijn het zwevende stofgehalte weer en de
onderste lijn de gloeirest.)



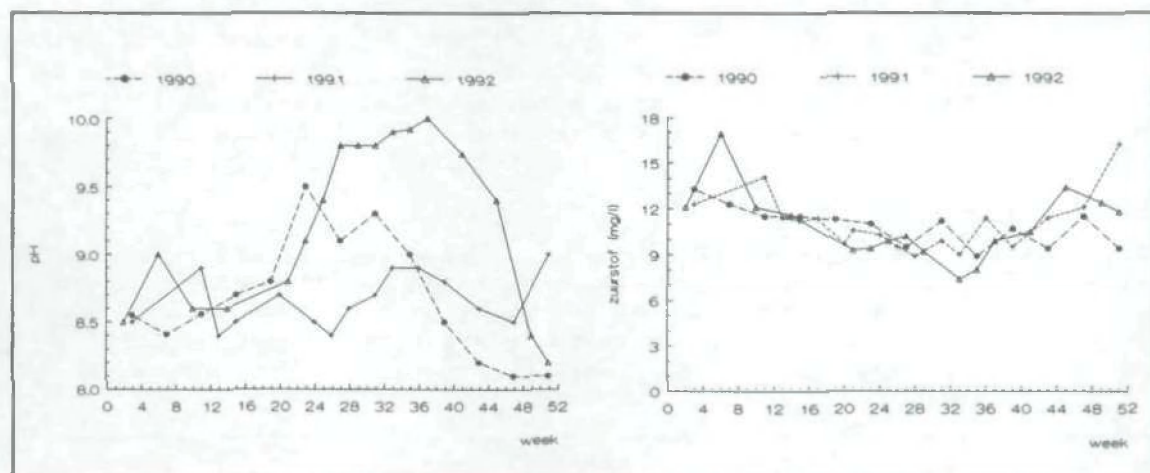
De **chlorideconcentratie** (figuur 5.5) is in 1992 vergelijkbaar met 1990 en 1991 rond de 1.000 mgCl⁻/l.

De **pH** (figuur 5.6) is begin 1992 vergelijkbaar met voorgaande jaren. Vanaf week 21 (eind mei) neemt de pH echter sterk toe tot 9,8 à 10. Van juni t/m begin november is de pH hoger dan 9 en voldoet hiermee niet aan de norm voor de zwemwaterkwaliteit.

De pH kan sterk toenemen onder invloed van primaire productie door algen. Gezien de lage chlorofyl-a- en ortho-P-concentraties lijkt er echter van een sterke algengroei geen sprake te zijn geweest. De andere primaire producenten, de waterplanten, zijn echter wel in grote

hoeveelheden tot ontwikkeling gekomen. De toename van de pH wordt toegeschreven aan deze sterke groei van waterplanten. Vanaf oktober daalt de pH weer tot circa 8,3 in december, vergelijkbaar aan wat in 1990 is gemeten.

Figuur 5.6 Zuurgraad en zuurstofgehalte in de Binnenschelde van 1990-1992.



Ook het verloop in zuurstofgehalte (figuur 5.6) verschilt niet van voorgaande jaren. Het voldoet ruim aan de AMK van 5 mg/l. Het zuurstofgehalte in meren vertoont een dag-nacht-ritmiek, waarbij zuurstofgehalten in de nacht lager zijn dan overdag. De laagste zuurstofgehalten worden gemeten vlak voor zonsopgang. Dat daarbij mogelijk aan de bodem zeer lage zuurstofgehalten zouden optreden werd als mogelijk oorzaak voor het niet tot ontwikkeling komen van jonge vis gezien.

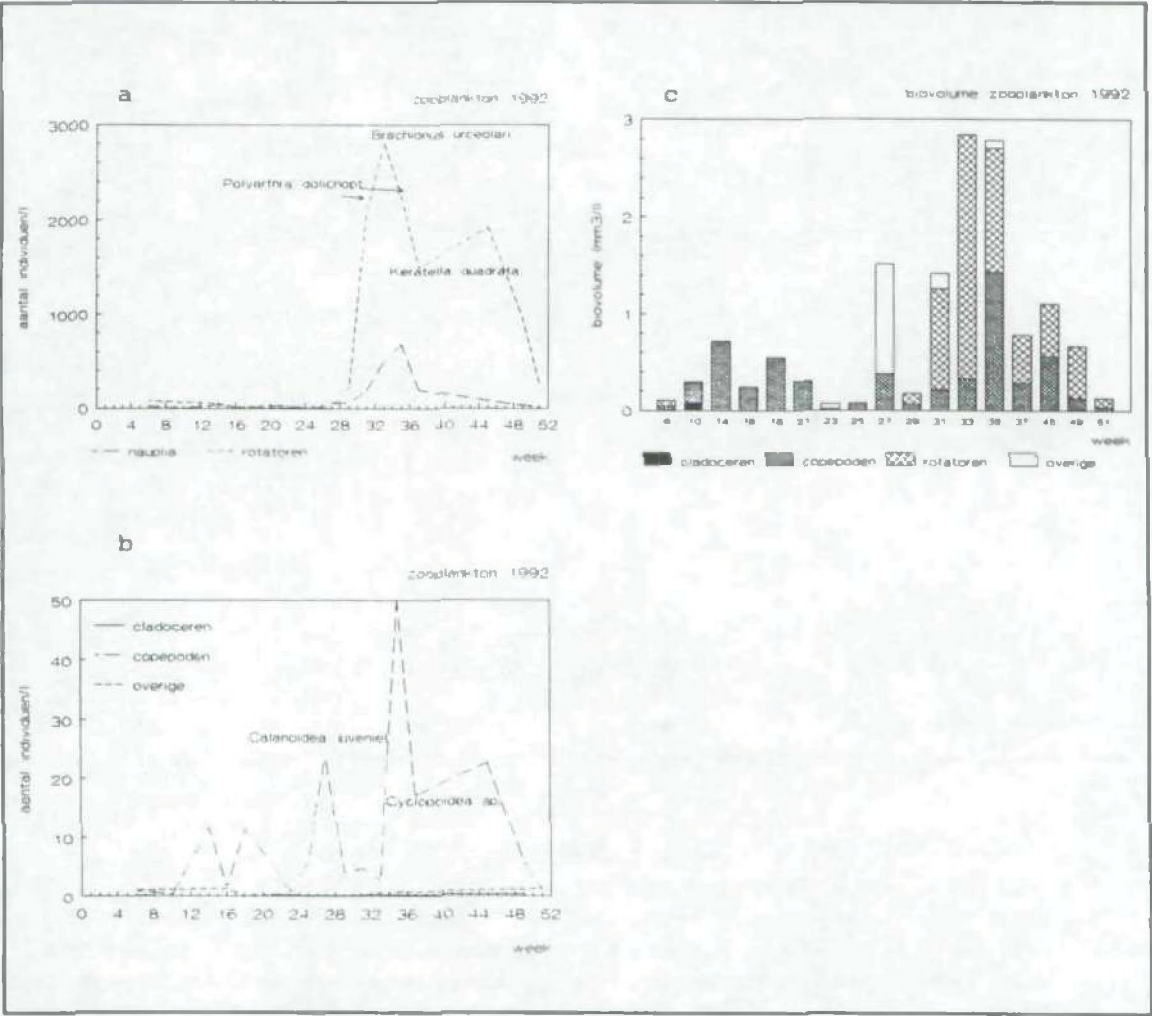
In 1992 is op 19 mei, het paaiseizoen voor vis, gedurende twee perioden vroeg in de ochtend, een aantal zuurstofverticalen opgemeten. De locaties verschillen in diepte, bodemsamenstelling en waterplantenbedekking. Naarmate een bodem meer organische stof bevat zal namelijk het zuurstofverbruik groter zijn en eerder zuurstofloosheid kunnen optreden. Ook zijn twee locaties tussen de waterplanten gekozen (4 en 5) omdat daar mogelijk wat minder stroming is bij de bodem. De kans op zuurstofloosheid is dan groter.

De resultaten staan in bijlage 3. Het zuurstofgehalte varieert van 9,2 tot 10,6 mgO₂/l. Ongeacht het tijdstip, de diepte, bodemsamenstelling of aanwezigheid van waterplanten is er nauwelijks een verloop in zuurstofgehalte in de verticaal. Het zuurstofgehalte aan de bodem is juist hoger dan aan het oppervlak. Het maximale verschil bedraagt 0,5 mgO₂/l bij een waterdiepte van 2 m. Deze zuurstofgehalten vormen geen enkele belemmering voor het visbroed.

.....
5.2 Zoöplankton

De zoöplanktongemeenschap in de Binnenschelde wordt in 1992 gedomineerd door juveniele copepoden (roeipootkreeftjes) en rotatoren (radardiërtjes) (figuur 5.7a, b en c) (Dekker, 1993). Alleen in de monsters van februari en maart zijn nog enkele cladoceren aangetroffen en het aantal volwassen copepoden was gering.

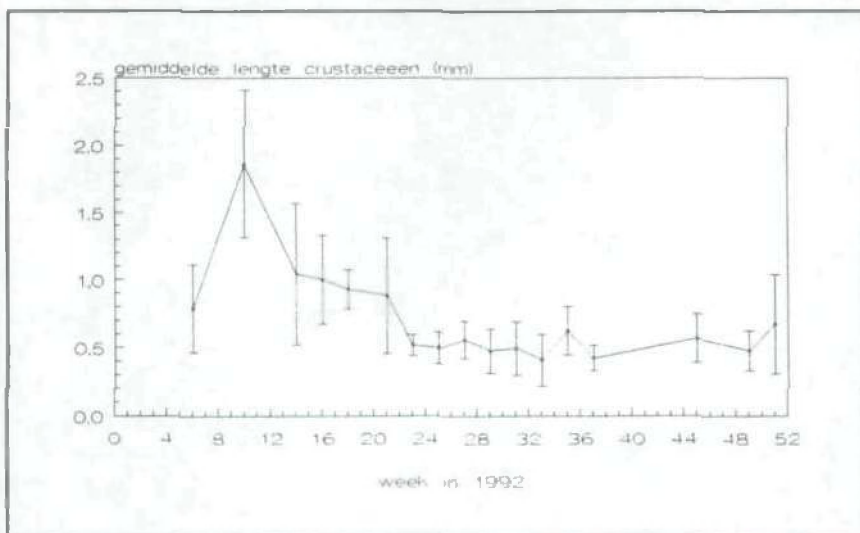
.....
Figuur 5.7 Seizoensverloop van de dichtheid (a, b) en het biovolume (c) van het zoöplankton (> 55 µm) in de Binnenschelde gedurende 1992. Dominante soorten staan vermeld.



Tot en met juni varieert de zoöplanktendichtheid van 6,4-97,4 individuen per liter. Gelet op het biovolume is er een bescheiden piek in maart/april, die gedomineerd wordt door Copepoden. Vanaf juli neemt de dichtheid van het zoöplankton enorm toe en ligt de rest van het jaar tussen de 236 en 3.326 ind./l. In deze periode zijn de Rotatoren dominant (max. 2.810 ind./l) met achtereenvolgens de soorten *Polyarthra dolichoptera*, *Brachionus urceolaris* en *Keratella quadrata*. In week 27 en in week 35 t/m 45 (eind augustus t/m begin november) zijn ook de hoogste aantallen juveniele copepoden aangetroffen (figuur 5.7b). Het hoge biovolume van de groep "overige" in week 27, is veroorzaakt door de aanwezigheid in het monster van twee aasgarnalen en een vlokreeft.

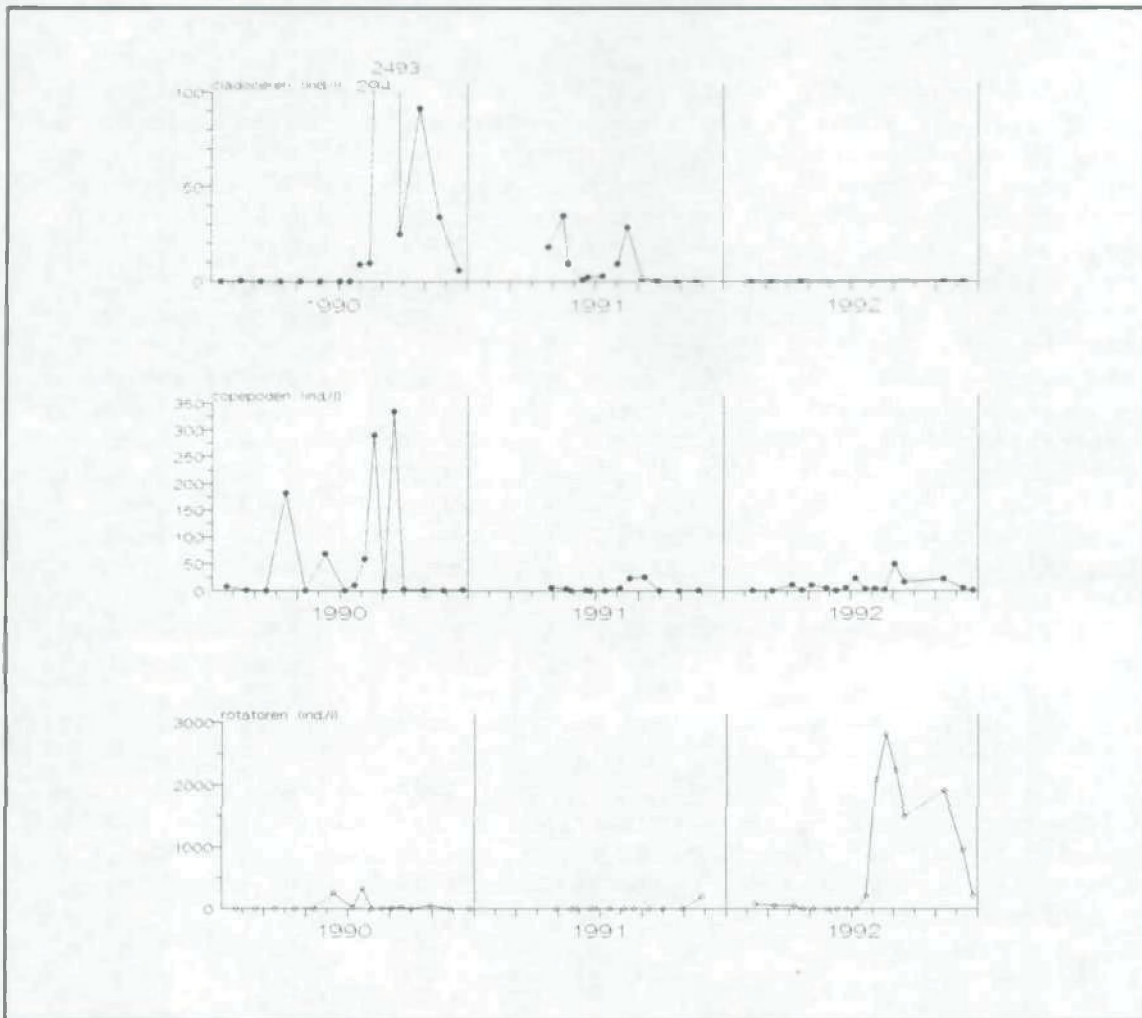
Uit figuur 5.8 blijkt dat van februari t/m mei de gemiddelde lengte van de Copepoden en Cladoceren nog tussen de 0,8 en 1,9 mm ligt. In de rest van het jaar is de gemiddelde lengte van de Copepoden 0,41-0,67 mm.

.....
Figuur 5.8 Gemiddelde lengte van Crustaceeën
(Copepoden en Cladoceren) in de
Binnenschelde in 1992 (Dekker, 1993).



In 1992 is er een duidelijke verandering opgetreden in de zoöplanktensamenstelling ten opzichte van 1991 en 1990 (zie figuur 5.9). Waren in voorgaande jaren de Cladoceren (met name *Daphnia*) nog dominant, in 1992 komen ze nauwelijks voor en zijn in de zomer grote aantallen Rotatoren waargenomen. Het seizoensverloop van de Copepoden verschilt niet veel van dat van 1991.

.....
Figuur 5.9 Seizoensverloop van de dichtheden van cladoceren,
copepoden en rotatoren in de Binnenschelde van 1990-1992.



.....
5.3 Waterplanten

De oevervegetatie heeft zich niet duidelijk uitgebreid.

Bij het vervaardigen van de vegetatiekaart (figuur 5.10) is een indeling gemaakt in 3 vegetatietypen. Er is een verdere opdeling in kaartvlakken gemaakt op basis van verschillen in bedekkingsgraad. De resultaten van de veldopnamen per locatie staan in bijlage 4. Het grootste gedeelte van het meer is voor meer dan 75% bedekt met *Potamogeton pectinatus* (of Schedefonteinkruid), aangegeven als vegetatietype I (locatie 4, 5b, 5d, 5e, 7, 8, 9). Naast Schedefonteinkruid komen in dit vegetatietype ook Tenger Fonteinkruid, Snavelruppia en Aardvederkruid voor, met bedekkingsgraden van minder dan 1 tot 5%.

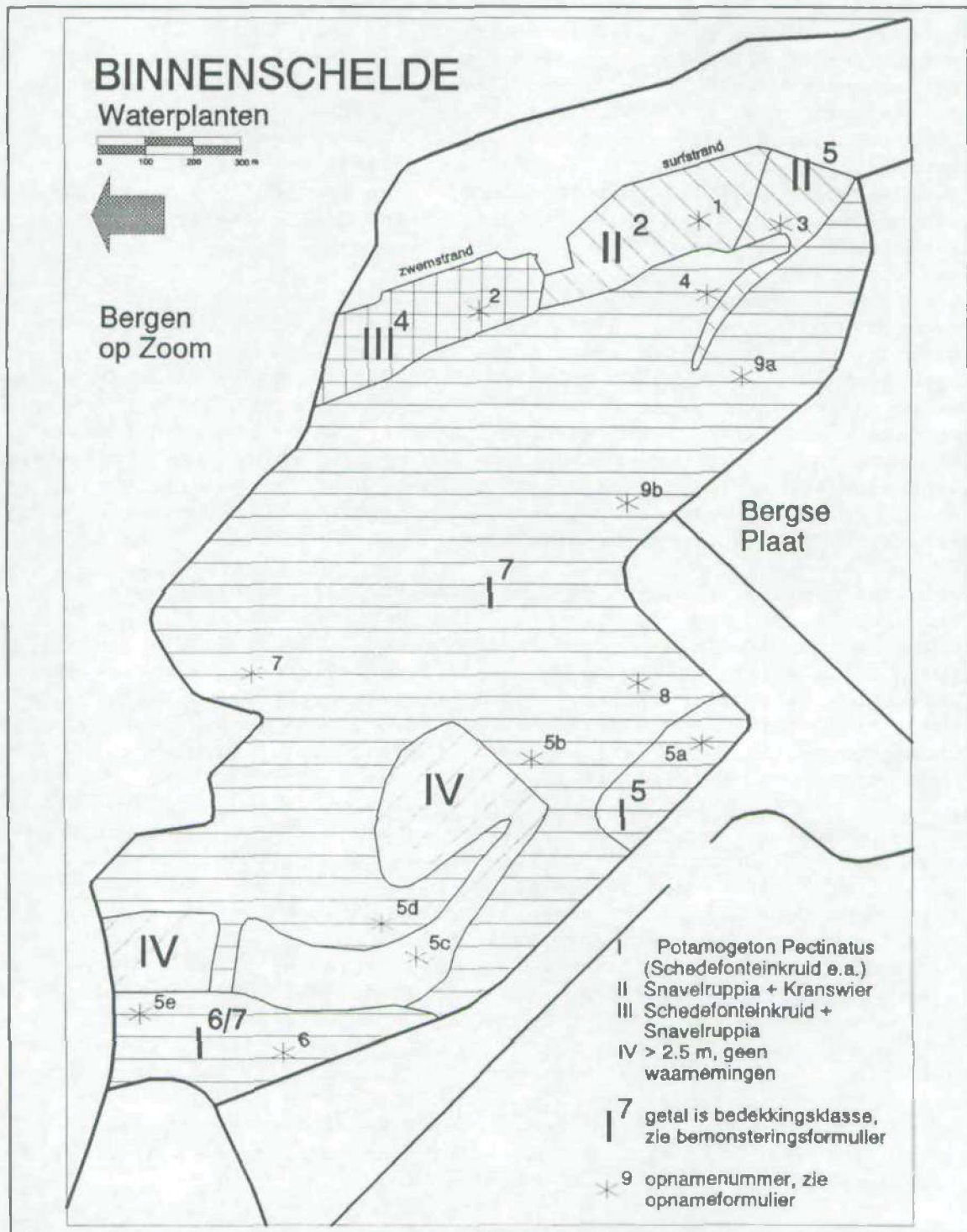
Aan de noordoostzijde van het meer voor het surfstrand bestaat de vegetatie uit Snavelruppia met enige Kranswieren (<1%), aangeduid als vegetatietype II. De bedekkingsgraad van de Snavelruppia varieert van 1 tot plaatselijk 25-50%. Voor het zwemstrand komen Schedefonteinkruid en Snavelruppia voor, beide met een bedekkingsgraad van 5-15%. Deze vegetatie is als vegetatietype III onderscheiden.

Dan is er nog een groot gebied waar de waterdiepte meer dan 2,5 m is en waar geen waarnemingen van waterplanten mogelijk waren. Op één locatie (5a) werd in een dergelijk gebied vegetatietype I gevonden met een bedekkingsgraad tussen 25 en 50%. Het is goed mogelijk dat ook in de overige diepe delen waterplanten voorkomen.

De gemiddelde bedekking over het hele meer wordt geschat op circa 75%.

Zoals voorspeld in de jaarrapportage over 1991 (Van den Hark & Iedema, 1992) is de bedekking met waterplanten in korte tijd sterk toegenomen. Het aantal soorten is uitgebreid tot 5. Geschat werd dat het totale areaal aan waterplanten op maximaal 50 tot 75% van het bodemoppervlak zou uitkomen. Dat areaal is in 1992 bereikt.

.....
Figuur 5.10
Soortensamenstelling en bedekkingsgraad van waterplanten
in de Binnenschelde in 1992



.....
5.4 Vis

In juni 1992 is een broedbemonstering uitgevoerd om vast te stellen of er vislarven aanwezig waren. Tijdens deze bemonstering is uitsluitend baarsbroed gevangen met een lengte van 2,5-3 cm (Klinge, 1992). In de magen van dit broed bevinden zich voornamelijk resten van brakwater steurgarnalen en wat resten van vlokreeften en muggelarven. *Daphnia*'s en aasgarnalen zijn in het geheel niet aangetroffen.

De bijvangst bestaat uit grote aantallen vlokreeften (*Gammarus* sp.), brakwater steurgarnalen (*Palaemonas* sp.), slakjes (mogelijk *Potamopyrgus* sp.), waterpissebedden (*Asellus* sp.) en bootsmannetjes (*Notonecta* sp.). Zoöplankton van groot formaat is nauwelijks aangetroffen (Klinge, 1992).

Uit de bestandsopname van november 1992 blijkt dat de totale omvang van de visbiomassa maximaal 20-25 kg/ha bedraagt. De visstand wordt sterk gedomineerd door de roofvissen snoek en baars en is dus niet evenwichtige opgebouwd. De stijging ten opzichte van 1991 (10-20 kg/ha) wordt geheel veroorzaakt door recrutering van met name baars en snoek. De totale snoekstand wordt geraamd op 4,0-5,5 kg/ha. Het bestand aan 0⁺-baars op het open water wordt geschat op 12,3 kg/ha. Een betrouwbare schatting van het bestand aan grotere baars kan niet gemaakt worden. Verder is driedoornige stekelbaars en aal regelmatig aangetroffen en incidenteel ruisvoorn en blankvoorn.

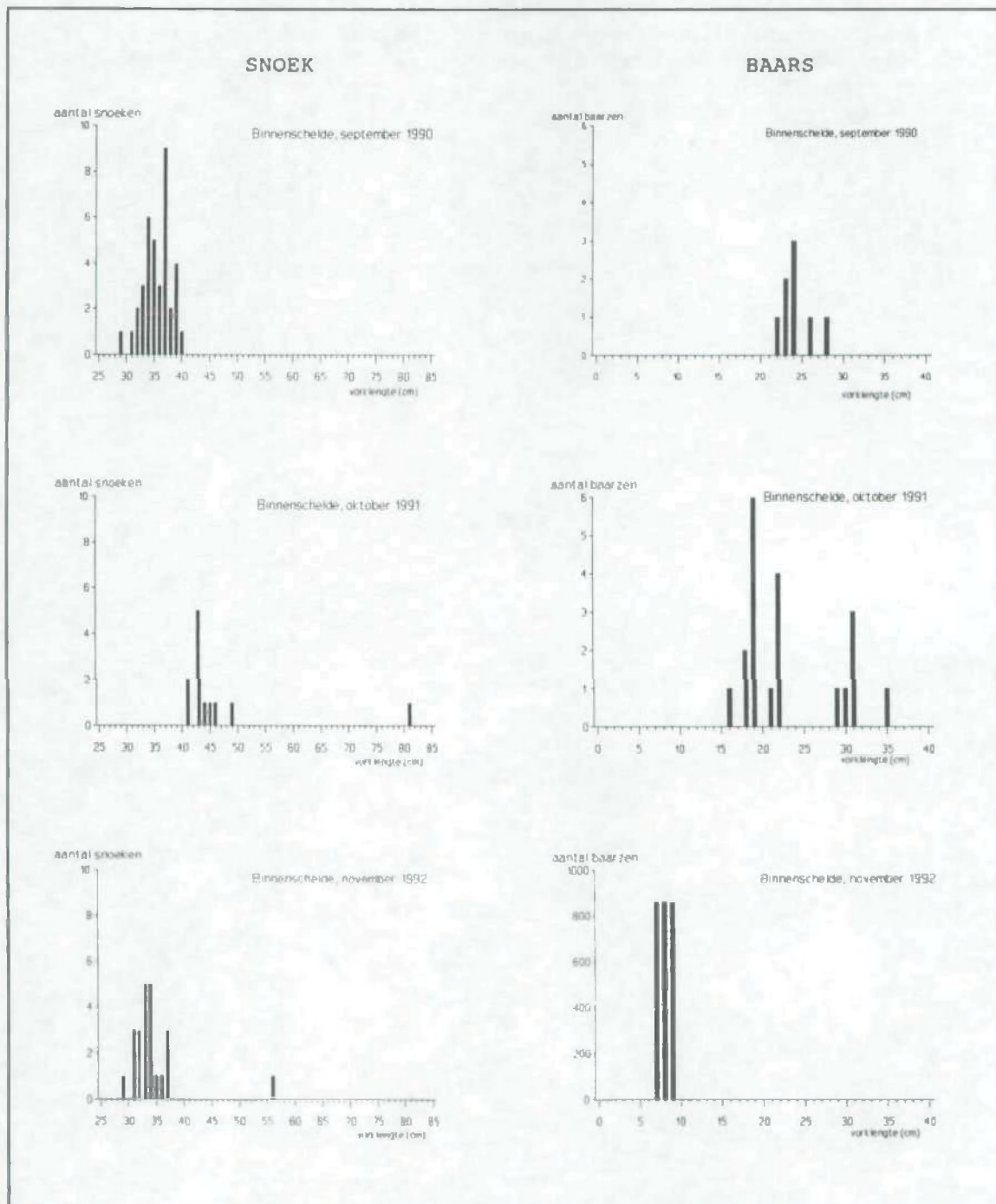
Van 1989 t/m 1991 heeft in de Binnenschelde waarschijnlijk geen recrutering van jonge vis plaatsgevonden, met uitzondering van driedoornige stekelbaars. De oorzaak hiervoor is onduidelijk. In 1992 is voor het eerst wel een duidelijke recrutering van baars, snoek en ruisvoorn vastgesteld (Klinge, 1992) (zie figuur 5.11). Waarschijnlijk wordt de recrutering van brasem en blankvoorn mede geremd door het hoge chloridegehalte van circa 1.000 mg/l. De roofvissen baars en snoek ondervinden hiervan geen hinder.

Het snoekbestand is grotendeels opgebouwd uit een nieuw gerecruteerde jaarklasse (figuur 5.11). Deze vertoont in tegenstelling tot 1991 een goede conditie. Waarschijnlijk als gevolg van de beschikbaarheid van voldoende voedsel in de vorm van 0⁺ baars. Een deel van de nieuw gerecruteerde klasse is reeds geslachtsrijp.

De huidige snoekstand is groter dan op basis van de areaalbedekking met emerse vegetatie verwacht mag worden (Klinge, 1992). Waarschijnlijk maakt de snoek gebruik van het aanwezige Schedefonteinkruid als paai- en opgroeisubstraat. Dit kan gebeuren dankzij het vitale karakter van deze plant, waardoor deze reeds vroeg in het voorjaar wanneer de snoek paait (maart) voldoende aanwezig is.

De conditie van de baars is goed, zowel van 0⁺ baars als oudere exemplaren. De grote baarzen blijken kannibalistisch te zijn, een normaal verschijnsel in een baarspopulatie.

Figuur 5.11 Lengtefrequentieverdeling van Snoek (links) en Baars (rechts) in de Binnenschelde in 1990-1992 (uit: Witteveen & Bos, 1990; Houthuijzen et al., 1991 & Klinge, 1992).



Aasgarnalen

In 1992 is geen specifieke bemonstering uitgevoerd van aasgarnalen. In de watermonsters die genomen zijn voor het bepalen van de zoöplanktonsamenstelling, tijdens de visstandopname en het maagonderzoek van baarslarven, zijn ze niet tot nauwelijks aangetroffen. Aangezien ze voorgaande jaren wel bij dergelijke bemonsteringen zijn aangetroffen wordt ervan uitgegaan dat aasgarnalen in 1992 niet of nauwelijks aanwezig waren.

6 Conclusies en discussie

De Binnenschelde is tot november 1992 helder gebleven; het doorzicht bedroeg minimaal 1 meter. De zichtdiepte vertoont echter niet de klassieke periodiciteit zoals in 1991, met een heldere periode in mei-juni. Het goede doorzicht is te danken aan het lage chlorofylgehalte (max. 17 $\mu\text{g/l}$), dat weinig fluctueerde. In november en december 1992 is met name als gevolg van een toename van het chlorofyl-a-gehalte het doorzicht afgenomen tot minder dan 0,6 m.

In tegenstelling tot 1991 lijkt het lage chlorofylgehalte niet het gevolg te zijn van de graas door grote zoöplanktonsoorten als *Daphnia*'s, want die waren slechts in geringe dichtheid aanwezig. Gebrek aan ortho-fosfaat is een van de mogelijke oorzaken voor de slechts geringe algenbiomassa. Tot juni zijn de concentraties ortho-fosfaat regelmatig lager dan 0,01 mg/l. Bij zulke lage concentraties kan de algengroei fosfaatgelimiteerd zijn. Gezien het feit dat de nitraat- en ammoniumconcentraties in het voorjaar enkele keren lager zijn dan de detectielimiet kan incidenteel gebrek aan stikstof ook niet uitgesloten worden. Vanaf juli zijn de concentraties aan ortho-fosfaat en ammoniumstikstof echter niet meer limiterend geweest voor de algengroei.

Andere mogelijke oorzaken voor de geringe algenbiomassa zijn:

- allelopathie; het verschijnsel dat waterplanten toxicanten uitscheiden die de algenproductie remmen,
- concurrentie met waterplanten om de nutriënten,
- het voorkomen van op algen grazende organismen die vastgehecht zitten aan waterplanten, waardoor ze in de watermonsters niet aangetroffen zijn.

Opvallend is dat in 1992 in tegenstelling tot 1991 in de zomer voor het eerst een groot aantal rotatoren aanwezig is en dat geen of nauwelijks cladoceren zijn aangetroffen en ook het aantal volwassen copepoden gering is. De sterke toename van het aantal rotatoren als de cladoceren en copepoden verdwenen zijn, is een algemeen verschijnsel in Nederlandse eutrofe wateren met een hoge vispredatie. Het is ook waargenomen in Zwemlust in 1988 en 1989 (Van Donk, 1990) en in het Wolderwijd in 1989 (Meijer, 1991). In 1991 kwam als gevolg van een sterke graasdruk door cladoceren in mei-juni een fase van extreem helder water voor. In 1992 komt deze extreem heldere fase niet voor. Voor de afwezigheid van cladoceren kan geen eenduidige verklaring gegeven worden. In het voorjaar is met name voedselgebrek een mogelijke oorzaak voor het ontbreken van cladoceren; de algenbiomassa is gering. In de zomer kan de predatie door O^+ -baars verhinderd hebben dat de cladoceren tot ontwikkeling kwamen. Predatie door een ander organisme is niet waarschijnlijk want het aantal predatoren is gering: er is weinig planktivore vis aanwezig, aasgarnalen zijn nauwelijks aangetroffen en *Leptodora kindtii* is niet waargenomen. Ook zijn geen grote hoeveelheden draadvormige blauwalgen gesignaleerd, die de ontwikkeling van *Daphnia*'s kunnen remmen.

Een andere belangrijke ontwikkeling in de Binnenschelde in 1992 was de enorme uitbreiding van het areaal aan waterplanten. Ook het aantal soorten is toegenomen. Naast Schedefonteinkruid komt ook Tenger Fonteinkruid, Snavel Ruppia, Aardvederkruid en Kranswier voor. Voor het aquatisch ecosysteem is het voorkomen van waterplanten gunstig. Er is meer schuilgelegenheid voor snoek en de resuspensie van zwevend stof zal geringer zijn door het vastleggen van het sediment. Ook kunnen waterplanten de algenproductie remmen via nutriëntenbeperking en allelopathie. Zo werd verwacht dat door de enorme toename van de hoeveelheid waterplanten in 1992, de stikstofconcentratie zou dalen. De nitraat- en ammoniumconcentraties waren in 1991 echter al laag. De nitraatconcentratie is in 1992 laag gebleven, maar de ammoniumconcentratie is in 1992 hoger dan in 1991.

Aan een dichte waterplantenbegroeiing als in de Binnenschelde zijn ook enkele nadelen verbonden, zowel voor het ecosysteem als voor de recreanten. Zo kan de begroeiing te dicht zijn voor de snoek en een schuilgelegenheid bieden aan witvisbroed. Ook kan de bodem tussen waterplanten plaatselijk anaëroob zijn, waardoor nalevering van fosfaat uit de bodem kan optreden (De la Haye & Meijer). Het is niet duidelijk of dat in de Binnenschelde is voorgekomen.

In verband met de hinder voor recreanten is in 1992 een gebied van circa 50 ha van de Binnenschelde regelmatig gemaaid, en is het maaisel afgevoerd.

Indien het doorzicht niet verder afneemt dan zal in 1993 weer een massale waterplantengroei optreden. Een nog verdere toename van de bedekking wordt niet verwacht.

In 1992 is voor het eerst recrutering van baars, snoek en ruisvoorn vastgesteld. De visbiomassa is toegenomen tot 20-25 kg/ha en wordt nog steeds gedomineerd door baars en snoek. Hiermee ligt de visbiomassa nog ver beneden het niveau van 150-200 kg/ha dat haalbaar geacht wordt bij het zomergemiddelde totaal-P-gehalte van 0,10-0,15 mgP/l.

Nu in de Binnenschelde recrutering is opgetreden, mag verwacht worden dat de visbiomassa de komende jaren snel zal toenemen. Hierbij is het een gunstige omstandigheid dat het succes van de recrutering in 1992 vrijwel geheel beperkt is gebleven tot de roofvissen baars en snoek. Deze zullen voorlopig de aanwas van soorten als brasem en blankvoorn tegenhouden. Van een evenwichtig opgebouwde visatand is echter geen sprake en zolang soorten als brasem en blankvoorn niet recruterend zal de visbiomassa het niveau van 150-200 kg/ha ook niet bereiken.

Voor het helder houden van het systeem bij een totale visbiomassa van 150-200 kg/ha is een roofvisbiomassa van naar schatting 30 kg baars en 30-50 kg snoek per hectare nodig. En voor het creëren en handhaven van een snoekstand van 30-50 kg/ha is naast submerse vegetatie een areaalbedekking met emerse vegetatie van circa 6-11% (11-19 ha) nodig (Grimm in Klinge, 1992).

Die is nu niet aanwezig, zodat naar verwachting de snoekstand zich niet verder kan ontwikkelen.

7 Aanbevelingen voor beheer en onderzoek

Verwacht wordt dat in 1993 de waterplanten even sterk tot ontwikkeling zullen komen als in 1992. Om de hinder voor de recreatie te beperken kan het beste doorgegaan worden met het maaien van hetzelfde gebied van circa 50 ha, dat ook in 1992 is gemaaid. Bij voorkeur dient een maaiboot te worden gebruikt, waarmee de planten op de gewenste diepte boven de bodem worden afgesneden (Hosper et al, 1992). Maaien van Schedefonteinkruid is het meest effectief wanneer dit eind juni/begin juli gebeurt. Daarbij is het aan te bevelen in het najaar het opeengehoopte, afgestorven plantenmateriaal te verwijderen om stankoverlast en detritusvorming te voorkomen. Ook worden op deze manier nutriënten uit het systeem verwijderd.

De mogelijkheden om de soortensamenstelling van waterplanten te veranderen in bodembedekkende soorten, zoals bijv. kranswieren, welke minder hinderlijk zijn voor recreatie, zouden onderzocht kunnen worden. Kranswieren zijn gesignaleerd in het gemaaide gedeelte. Mogelijk heeft het voorkomen daar ook met maaien te maken. Het lijkt zinnig om het effect van maaien op de ontwikkeling van waterplanten en de soortensamenstelling nader te bestuderen.

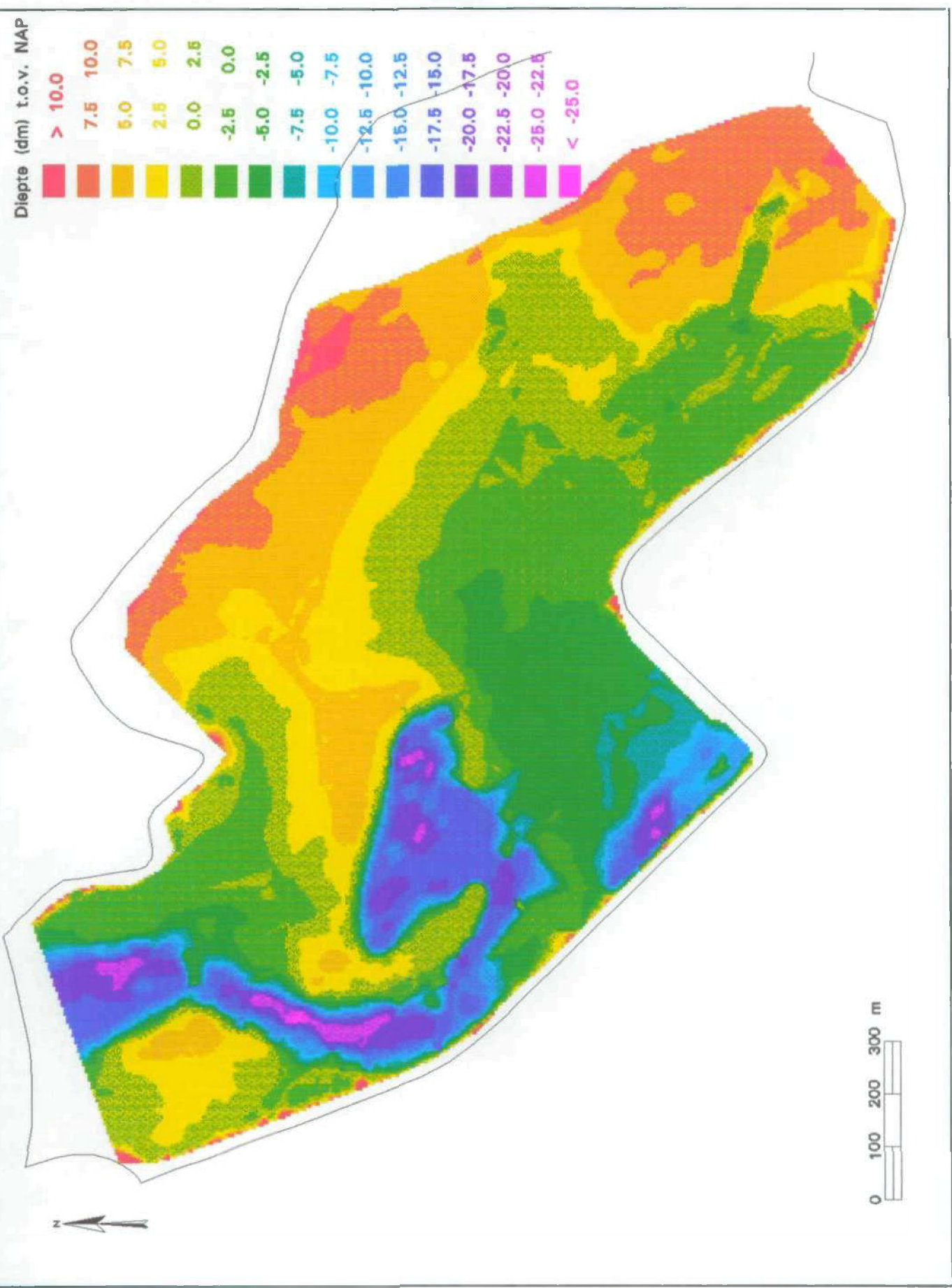
Aasgarnalen komen nauwelijks nog voor en een sterke toename van de dichtheid wordt ook niet verwacht. Het bemonsteren van aasgarnalen, zoals voorgesteld in de voortgangsrapportage "Beheer Binnenschelde 1991" lijkt niet zinvol.

Waarschijnlijk wordt de recrutering van witvissoorten als brasem en blankvoorn mede geremd door het hoge chloridegehalte van circa 1.000 mg/l. De roofvissen baars en snoek ondervinden hiervan geen hinder. Het is dus raadzaam geen maatregelen te nemen (bijv. doorspoelen) die het chloridegehalte sterk verlagen.

Er is nauwelijks oevervegetatie aanwezig in de Binnenschelde. Voor het bereiken en handhaven van de gewenste snoekstand van 30-50 kg/ha is het nodig een areaal aan emerse vegetatie te creëren van ca 11-19 ha (Klinge, 1992).

Literatuur

- CUWVO, 1987: Vergelijkend onderzoek naar de eutrofiëring in Nederlandse meren en plassen. Resultaten van de derde eutrofiëringsevenquête. Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, werkgroep VI.
- Dekker, P.I. & R. Bijkerk, 1993. Zoöplankton in de Binnenschelde 1992. Verslag van analyses in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Zeeland. RDD Aquatic Ecosystems, Haren (Groningen).
- Haye, M.A.A. de la & M.-L. Meijer, 1991. Bepalende factoren voor een succesvol Actief Biologisch Beheer. RIZA nota nr. 91.016, Lelystad.
- Hosper, S.H., M.-L. Meijer & P.A. Walker, red., 1992. Handleiding Actief Biologisch Beheer. Beoordeling van de mogelijkheden van visstandbeheer bij het herstel van meren en plassen. RIZA, Lelystad; Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Houthuijzen, R.P. & M. Klinge & M.P. Grimm, 1991. Visstandbeheer in de Binnenschelde in 1991. Witteveen & Bos, werknummer Boz. 80.8, Deventer.
- HWB, 1988-1992: analyseresultaten waterkwaliteit Binnenschelde (ongepubliceerd). Hoogheemraadschap West-Brabant, Breda.
- Klinge, M., 1992. Bemonstering van de visstand in de Binnenschelde in 1992. Witteveen en Bos, werknummer Boz.80.9, Deventer.
- Meijer M.-L., A.W. Breukelaar, E.C.L. Martelijn, C. Breukers en H. Buitenveld, 1991. Wolderwijd-Nuldernauw. Situatie voorafgaande aan de uitdunning van de visstand. Gegevens 1989. RIZA-nota 91.010, Lelystad.
- Rijkswaterstaat/RIZA, 1988-1991; analyseresultaten waterkwaliteit Binnenschelde (ongepubliceerd). RIZA, Lelystad.
- Donk, E. van, M.P. Grimm, R.D. Gulati en J.P.G Klein Breteler, 1990. Whole-lake food-web manipulation as a means to study community interactions in a small ecosystem. In: Hydrobiologia 200/201, pag. 275-289.
- Hark, M.H.C van den & C.W. Iedema, 1992. Voortgangsrapportage beheer Binnenschelde 1991.
- Witteveen & Bos, 1990. Visstandbemonstering in de Binnenschelde in maart, juli en september 1990. Witteveen en Bos, werknummer Boz. 80.7, Deventer.



Dieptekaart Binnenschelde

Maaibeheer van waterplanten in de Binnenschelde in 1992.

In 1992 is in de Binnenschelde vijf keer een gedeelte van de waterplanten gemaaid.

1° maaibeurt, week 21, ± 20 mei.

Het totale voor recreatie open te houden gebied besloeg circa 110 ha. De vegetatie had zich tot dan toe voornamelijk ontwikkeld in het gebied tussen Bergse plaat en Kop van t' Hoofd. Er is gemaaid over een oppervlakte van 50 ha.

Inspanning: 87 uur maaien
76 uur verzamelen en afvoeren maaisel

2° maaibeurt, week 24/25, ± 10 juni.

Tweede maaibeurt. De vegetatie heeft zich inmiddels over de totale Binnenschelde uitgebreid. Het maaien is beperkt tot het gebied ten oosten van de lijn badstrand/waterscheiding van circa 50 ha. De voor recreatie beschikbare oppervlakte wordt daarmee ingeperkt tot deze 50 ha.

Inspanning: 127 uur maaien
113 uur verzamelen en afvoeren maaisel

3° maaibeurt, week 27, ± 1 juli.

Derde maaibeurt. Het zelfde oppervlak als bij de tweede maaibeurt is gemaaid.

Inspanning: 109 uur maaien
46 uur verzamelen en afvoeren maaisel

4° maaibeurt, week 30, ± 20 juli.

Vierde maaibeurt. Het maaien van de circa 50 ha. is beperkt tot de plaatsen waar nog hinderlijke vegetatie staat.

Inspanning: 30 uur maaien
28 uur verzamelen en afvoeren maaisel

5° maaibeurt, week 34, ± 20 augustus.

Vijfde maaibeurt. Op aanwijzing van de surfclub is in de 50 ha plaatselijk gemaaid. De waterplanten zijn sterk aan het aftakelen, komen nauwelijks nog boven water uit en derhalve kan aan de noodzaak getwijfeld worden.

Inspanning: 32 uur maaien
20,5 uur verzamelen en afvoeren maaisel

Verder is gedurende het gehele badseizoen regelmatig het bad- en surfstrand van aangespoeld plantenmateriaal geschoond.

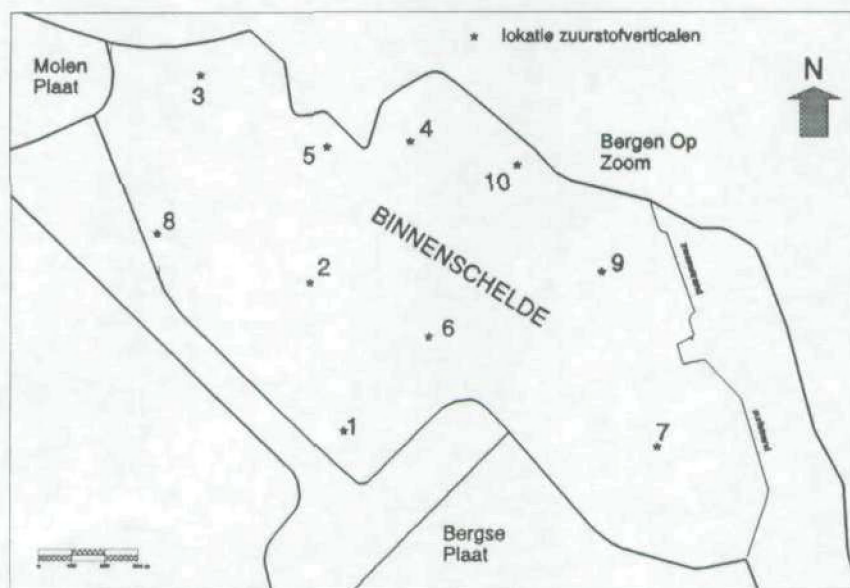
Totale kosten van het maaien, afvoeren en verwerken bedroegen in 1992 f 108.093,82.

Naar schatting is in totaal 1.500 à 2.000 ton natgewicht aan plantenmateriaal verwijderd. Na uitlekken op de wal blijft hiervan een derde tot een vierde van het gewicht over. Dit materiaal is op korte afstand op de Plaat verwerkt. Omdat depotvorming plaatselijk stank kan opleveren zullen de mogelijkheden voor verwerking ter plaatse geringer worden naarmate de Plaat verder wordt bewoond. Het maaisel zal dan naar de Kragge afgevoerd moeten worden tegen kosten van circa f 40.000,-.

Maaibeheer van waterplanten in de Binnenschelde in 1992.

Bron: Dienst Stadsontwikkeling en Beheer van de gemeente Bergen op Zoom.

lokaties zuurstofvertikalen



diepe locaties > 2 m: 1, 2 en 3
meting in een pol waterplanten: 4 en 5
bodem rijk aan organisch materiaal: 1 en 3

Zuurstofvertikalen in de Binnenschelde op 19 mei 1992.

meetperiode: 4.35u-6.00u, 19 mei 1992

lokatie tijd	1 5.00u.		2 5.08u		3 5.26u		4 5.44u		5 5.35u	
diepte t.o.v. wateroppervl.	O ₂ mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ %
0.25 m	9,4	96	10,2	103	9,7	98	10,5	104	10,6	106
0.5	9,4	96	10,2	102	9,8	98	10,6	104	10,6	106
0.75	9,4	96	10,2	102	9,8	98	10,6	104	10,7	106
1	9,4	97	10,2	102	9,9	99	10,8	104	10,6	107
1.25	9,4	97	10,4	102	10,0	100			10,7	107
1.5	9,4	98	10,4	102	10,0	100				
1.75	9,4	97	10,6	103	10,1	100				
2 m	9,5	98			10,2	100				
lokatie tijd	6 4.50u		7 4.35u		8 5.17u		9 5.57u		10 5.52u	
diepte t.o.v. wateroppervl.	O ₂ mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ %
0.25 m	9,2	94	9,6	99	9,5	94	10,2	101	9,6	98
0.5	9,2	94	9,7	98	9,5	94	10,2	101	9,5	98
0.75	9,3	94	9,7	100	9,5	94	10,4	101	9,5	101
1	9,3	94			9,5	96	10,4	101		
1.25	9,4	94			9,5	96				
1.5	9,5	95			9,7	96				
1.75	9,5	95								
2 m										

meetperiode: 6.55u-7.50u, 19 mei 1992

lokatie tijd	1 7.05u.		2 7.12u		3 7.26u		4 7.37u		5 7.33u	
diepte t.o.v. wateroppervl.	O ₂ mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ %
0.25 m	9,9	101	9,9	103	9,4	95	10,5	103	10,4	105
0.5	9,9	102	9,9	102	9,4	95	10,4	103	10,4	105
0.75	9,9	102	9,9	102	9,5	96	10,5	103	10,4	105
1	9,9	103	9,9	102	9,6	96	10,5	103	10,4	106
1.25	9,9	103	9,9	102	9,6	96			10,5	106
1.5	9,9	103	10,1	102	9,8	96				
1.75	9,9	103	10,1	103	9,9	96				
2 m	9,9	103			9,9	96				
lokatie tijd	6 7.00u		7 6.55u		8 7.19u		9 7.47u		10 7.43u	
diepte t.o.v. wateroppervl.	O ₂ mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ %
0.25 m	9,2	93	9,7	99	10,1	103	9,8	99	9,8	98
0.5	9,2	93	9,7	99	10,1	103	9,8	99	9,7	99
0.75	9,3	93	9,6	101	10,1	103	9,9	99	9,7	101
1	9,3	93			10,1	104	10,1	99		
1.25	9,3	93			10,1	103				
1.5	9,4	93			10,1	103				
1.75	9,5	94								
2 m										

Zuurstofverticalen in de Binnenschelde op 19 mei 1992.

rijkswaterstaat riza hoofdafdeling watersystemen - delta	RIZA nota 93.031
	bijlage 3b

soorten en bedekkingsgraad

nummer	diepte	Tot	SF	TF	KW	SR	AV
1	0,8	2			1	2	
2	0,95	4	3			3	
3	1	5			1	5	
4	1,9	7	7				
5a	>2,5	5	5	2			3
5b	1,85	7	7			2	
5c	>2,5	te diep voor een opname					
5d	1,8	7	7				
5e	1,45	7	7				
6	1,4	6	6				
7	1,4	7	7				
8	2,5	7	7			1	1
9a	1,95	7	7			1	1
9b	1,95	7	5	2		3	2

nummer= lokatienummer van de opname, zie figuur 5.15.

diepte= diepte van de lokatie (in m)

Tot = totale bedekking

SF = schedefonteinkruid

TF = tenger fonteinkruid

KW = kranswier

SR = snavelruppia

AV = aardvederkruid

Bedekkingsklassen

1 = < 1%

2 = 1-5 %

3 = 5-15%

4 = 15-25%

5 = 25-50%

6 = 50-75%

7 = > 75%

Waterplanten Binnenschelde
opname; 7 september 1992

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling watersystemen - delta

RIZA nota 93.031

bijlage 4