



Waterplanten in de Binnenschelde 1988-1995

Werkdocument 96.153X
auteurs R.W.Doef en C.P.M.Breukers
datum September 1996

Inhoud werkdocument

VOORWOORD

SAMENVATTING	6
1 INLEIDING	7
1.1 Beschrijving Binnenschelde	7
1.2 Doelstellingen rapport	9
2 MATERIAAL EN METHODEN	10
2.1 Kartering van de watervegetatie 1988 en 1989	10
2.2 Kartering van de watervegetatie 1990 en 1991	10
2.3 Kartering van de watervegetatie 1992	10
2.4 Kartering van de watervegetatie 1993	11
2.5 Kartering van de watervegetatie 1994	11
2.6 Kartering van de watervegetatie 1995	12
3 RESULTATEN	13
3.1 Ontwikkelingen in 1988 en 1989	13
3.2 Ontwikkelingen in 1990 en 1991	13
3.3 Ontwikkelingen in 1992	13
3.4 Ontwikkelingen in 1993	14
3.5 Ontwikkelingen in 1994	15
3.6 Ontwikkelingen in 1995	16
4 DISCUSSIE	18
4.1 Vergelijkbaarheid gegevens door verschillende methodieken verkregen	18
4.2 Soortensamenstelling en bedekking	19
4.3 Toekomstige watervegetatie	22
4.4 Waterplanten en helderheid	23
4.5 Maaien	23
5 AANBEVELINGEN	26
LITERATUUR	27
BIJLAGE 1 Bedekking watervegetatie Binnenschelde 1988-1995	
BIJLAGE 2 Berekening verwijderde voedingsstoffen dmv maaien	
BIJLAGE 3 Veldkartering: snorkelen of harken?	

rizal

VOORWOORD

Deze rapportage is uitgevoerd door het RIZA in opdracht van RWS Directie Zeeland en het Hoogheemraadschap West-Brabant. Beschreven staan de resultaten van de waterplantenkarteringen in de Binnenschelde 1988-1995. De volgende personen willen wij hartelijk danken voor hun bijdrage aan de totstandkoming van dit rapport: Jan Simons (VU), Jan van der Hout, Marcel van der Berg, Marie-Louise Meijer, John van Schie, Leo van Ballegooijen. Gegevens over het maaien zijn door het Hoogheemraadschap West-Brabant verstrekt.

rizi

SAMENVATTING

In de loop der jaren is de waterplantenvegetatie in de Binnenschelde op verschillende manieren gekarteerd. Dit maakt het **moeilijk** om kwantitatieve **vergelijkingen** te maken. **Wel** zijn **duidelijke** perioden te onderscheiden: 1988-1989, die van 1990-1991 en tot slot de **periode** 1992-1995.

In de beginperiode (1988 en 1989) lijkt de watervegetatie vrijwel geheel te ontbreken. Het is niet bekend of er in het geheel geen waterplanten groeiden, daar in 1998 en 1989 geen officiële karteringen zijn uitgevoerd. In 1988 zijn pogingen gedaan om kranswieren (*Chara contraria*) en Smalle waterpest (*Elodea nuttalli*) in de Binnenschelde uit te zetten. In 1989 zijn **wederom** waterplanten uitgezet waterpest (spec.) en Schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*). In beide jaren heeft de ent niet geleid tot een zichtbare uitbreiding.

De periode van 1990-1991 onderscheidt zich van de beide andere perioden door **dominantie** van kleine en dichte veldjes Schedefonteinkruid. De totale uitwendige bedekking is circa 45 ha, de inwendige bedekking bedraagt nauwelijks enige ha.

De jaren 1992 en 1993 kenmerken zich door een toename van de bedekking door de watervegetatie en de **soortenrijkdom**. In de periode 1990-1993 is Schedefonteinkruid nog dominant, maar in 1994 wordt deze positie deels door het kranswier *Chara connivens* en Aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*) overgenomen tot tenslotte in 1995 *Chara connivens* dominant is. Tot in hoeverre het **maai-beheer** heeft bijgedragen aan de dominantie van kranswieren in de Binnenschelde is onduidelijk.

Het aantal soorten is in de periode 1988-1995 opgelopen van 0 tot 12.

Kranswieren, maar ook andere soorten waterplanten, kunnen een bijdrage leveren aan de helderheid van het meer. Het wordt niet onwaarschijnlijk geacht dat de kranswieren zich in de **toekomst** in de Binnenschelde verder zullen uitbreiden, gezien de ontwikkelingen de laatste jaren in **sommige** zoete rijkswateren.

Aanbevolen wordt om de methode van vegetatiekarteringen te standaardiseren. Naast luchtkartering wordt voorgesteld de harkmethode te gaan gebruiken, **bij** voorkeur op een vergelijkbaar tijdstip. **Daarnaast** is het **raadzaam** in het veld een **plaatsbepalingssysteem** (DGPS) te gebruiken, zodat later de **opnames** in GIS verwerkt kunnen worden. Indien een goede basiskaart beschikbaar is, kunnen dan met weinig **moeite** verspreidingskaarten van de waterplanten gemaakt worden.

■ riza-

INLEIDING

In 1988 tot in 1995 zijn door het RIZA in opdracht van de Directie Zeeland en het Hoogheemraadschap West-Brabant vegetatie-inventarisaties (1988, 1989) en -karteringen uitgevoerd. Dit rapport behandelt de resultaten van de waterplantenkarteringen in de Binnenschelde in deze periode.

1.1 Beschrijving Binnenschelde

In dit hoofdstuk komen de fysische en biologische kenmerken van de Binnenschelde aan bod en vervolgens de beheersdoelen met bijbehorende maatregelen. Het hoofdstuk is grotendeels gebaseerd op van den Hark (1993) en Broeders (1994).

Fysische kenmerken

De Binnenschelde is in 1988 ontstaan door omdijking van een deel van de Oosterschelde. Het meer ligt in de provincie Brabant ter hoogte van Bergen op Zoom.

De gemiddelde diepte is 1.5 meter met een maximumdiepte van 3.5 meter. De oppervlakte bedraagt 180 ha, uitgaande van een streefpeil van +1.50 m NAP. Indien nodig kan water worden ingelaten uit het Zoommeer. Getracht wordt echter zo min mogelijk zoet water in te laten om het chloridegehalte in de Binnenschelde hoog te houden in verband met Aktief Biologisch Beheer (zie verder).

Tabel 1:

Zomergemiddelde waarden van enkele waterkwaliteitsparameters van de Binnenschelde 1988-1995

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Doorzicht (dm)	3	5	3	12	13	14	5	13
Totaal-P (mg/l)	0.33	0.37	0.39	0.11	0.12	0.13	0.12	0.14
Totaal-N (mg/l)	1	3.11	3.77	2.56	2.16	2.45	2.03	2.06
Chlorofyl (ug/l)	114	25	56	13	10	12	22	14
Chloride (mg/l)	865	74	1028	1127	1077	1038	923	851

Een aantal fysische gegevens van de Binnenschelde staan weergegeven in tabel 1. In de periode 1988-1990 is de Binnenschelde een troebel meer met lage doorzichten, vooral als gevolg van hoge detritusgehalten. Eind 1990 wordt het meer plotseling helder en nemen de chlorofylgehalten af. Vanaf 1992 neemt het chlorofylgehalte toe, maar blijft ruim onder de grenswaarde van 100 ug/l.

In de periode 1991 tot 1995 voldoet het doorzicht aan het gestelde doel van 1 meter (zwemwaterkwaliteit). Alleen in 1994 wordt deze norm overschreden. Zoals blijkt uit het chlorofylgehalte van 1994 zijn er in dat jaar ook meer algen aanwezig dan in de andere jaren in dezelfde periode. Het verloop van

de zichtdiepte in de periode 1993-1995 vertoont een nauw verband met het **fytoplanktonvolume**¹.

Eind 1990, in dezelfde periode waarin het doorzicht sterk **toeneemt**, neemt het fosfaatgehalte binnen korte tijd sterk af en voldoet vanaf die tijd aan de grenswaarde van 0.15 mg/l.

De totaal-stikstofgehalten vertonen een daling sinds 1991. Sinds 1994 voldoet het gehalte aan de grenswaarde van 2,2 mg/l.

Het chloridegehalte van de Binnenschelde is hoog en **schommelt** vanaf 1990 rond de 1100 mg/l. Vanaf 1994 neemt het chloridegehalte af tot beneden de 1000 mg/l als gevolg van een verdunnend effect door neerslag en het inlaten van water.

Biologische kenmerken

In 1988 en 1989 worden watervlooien **geënt**. De ontwikkeling van het **zoöplankton** wordt in 1989 mogelijk **geremd** door grote hoeveelheden **Aasgarnalen** (*Neomysis integer*). Pas in 1990, wanneer de meeste **Aasgarnalen** zijn verdwenen, worden voor het eerst grote hoeveelheden Cladoceren (met name *Daphnia* o.a. *Daphnia magna* en *Daphnia pulex*) **waargenomen** en zijn zij ook dominant. In 1992 zijn de watervlooien om onbekende redenen afwezig om in 1993 weer in grote aantallen te verschijnen. In 1994 zijn weinig Cladoceren aanwezig (1-3 individuen per liter), in tegenstelling tot 1995: dan zijn gedurende 2 maanden weer relatief veel van de grote watervlooien (*Daphnia magna* en *Daphnia pulex*) aanwezig. De aanwezigheid van dit grote zoöplankton is gunstig aangezien zij een grote graasdruk op algen uitoefenen. Hierdoor neemt het doorzicht dan ook weer toe van 1994 op 1995 (tabel 1). Verondersteld wordt dat regulatie van de zooplanktonaantallen in 1995 plaats vindt door voedselgebrek dan wel predatie door vis (Baars) of mogelijk ook Aasgarnalen¹.

Door de toename van de graasdruk door het zooplankton in 1990 is niet alleen de algengroei **afgenomen** maar is ook de soortensamenstelling veranderd. Waren tot 1990 blauw- en groenwieren dominant, in 1990-1991 wordt de **algensamenstelling gedomineerd** door flagellaten (mn. *Rhodomonas minuta*) Belangrijke soorten (wat betreft biovolume) zijn in 1993 **ondermeer** een aantal brakwatersoorten (*Prymnesium* cf. *patellifera* *Pseudopedinella pyriforme* en *Chaetoceros muelleri*) In 1993 wordt ook voor het eerst een blauwwier (*Anabaena flos-aqua*) waargenomen. Opvallend is de **opkomst** in de winter van 1992/1993 van Prymnesiophyceae. Deze algen kunnen toxische stoffen uitscheiden die ondermeer vissterfte kunnen veroorzaken. Effecten zijn echter nog niet waargenomen. Door het lagere chloridegehalte worden deze soorten in 1994 en 1995 niet meer **aangetroffen**. Geconstateerd wordt dat in de periode 1993-1995 er wel een toename optreedt van het fytoplanktondichtheid (aantallen cellen per liter), maar niet in biovolume. Er is sinds 1993 een verschuiving opgetreden richting kleinere (groen- en blauw)algen. Uitgedrukt in cellen per liter zijn blauwwieren dominant¹. De afgelopen 5 jaar (1990-1995) is de totale **visbiomassa amper** gewijzigd en klein gebleven. In 1995 bedraagt de totale visbiomassa ca. 22 kg/ha. In 1992 vindt voor het eerst een **duidelijke** recrutering van vis plaats, maar deze heeft tot nu toe weinig effect op de aangroei van de totale visbiomassa. In 1994 wordt voor het eerst recrutering van witvis waargenomen, wellicht doordat lokaal lage chloridegehalten voorkomen. In 1995 treden een aantal veranderingen op in de visstand. De **roofvissen** Snoek (*Esox lucius*) en Baars (*Perca fluviatilis*) nemen af, terwijl **Blankvoorn** (*Rutilus rutilus*), Ruisvoorn (*Scardinius erythrophthalmus*) en **Brasem**

¹ Notitie vergadering ABBB 14/12/1995.

(Abramis **brama**) toenemen. In 1994 werd verwacht dat, bij de **toenmalige** verhouding **roofvis:prooivis=1:1**, **roofvis** het bestand aan planktivore vis zou kunnen reguleren (Klinge en Kampen, 1995). Dit bleek echter niet het geval te zijn: de verhouding **roofvis:prooivis** is in 1995 gestegen tot 1:10³. Oevervegetatie in de vorm van Riet (**Phragmites australis**) en biezten is nagegenoeg afwezig in de **Binnenschelde**. In 1990 wordt wel op enkele ondiepe plaatsen langs de oever spontane groei van riet **gemeld**.

Beheersdoelen

De Binnenschelde is een **recreatiemeer**, waarbij voldaan dient te worden aan de normen voor de **zwemwaterkwaliteit**. Dit betekent onder andere een doorzicht van **minstens** 1 meter. De prognoses echter, opgesteld bij het ontstaan van De Binnenschelde, wezen in de richting van een eutroof, troebel meer met een doorzicht van minder dan 1 meter. Om een **dergelijke** ontwikkeling te voorkomen is besloten om in 1988 te baggeren en vervolgens Aktief Biologisch Beheer toe te passen. In het kader van dit Aktief Biologisch Beheer zijn de volgende **maatregelen** toegepast:

- om een geschikt paai/opgroeibiotoop voor Snoek te creëren zijn in 1988 en 1989 waterplanten **geënt**. In 1989 zijn drijvende refugia voor Snoek van wilgentenen geïnstalleerd, die echter weer verdwenen zijn in de daarop volgende winter.
- het voorkomen van intrek van witvis door inlaten van water uit het **Zoommeer** via een filter en voorkomen van wegtrekken van vis door een rooster bij het uitlaatpunt van water.
- het wegvangen van de stekelbaarspopulatie in 1989.
- het uitzetten van roofvis (Snoek, **Aal** en Baars) in 1989 en 1991.
- enten van watervlooien in 1988 en 1989.
- uitzetten van Baars in 1991 om de **Aasgarnaal** te **onderdrukken**.
- waterinlaat tot een minimum beperken om chloridegehalte zo hoog mogelijk te houden. Dit hoge chloridegehalte **remt** de recrutering van witvis als **Brasem** en **Blankvoorn**, terwijl roofvis als Snoek en Baars hier weinig nadeel van ondervindt.

Omdat de explosieve groei van de vegetatie de laatste jaren problemen oplevert voor de recreatie, worden de waterplanten **gemaaid**. Bij dit **maai-beheer** geldt als voorwaarde dat de totale bedekking niet wezenlijk wordt aangetast en dat 30% van het meer bedekt blijft door waterplanten. Het **maaisel** dient te worden afgevoerd. In 1992 is een totale **biomassa** van ca. 1500 tot 2000 ton, in 1993 2010 ton en in 1994 1730 ton (versgewicht) afgevoerd. De afgevoerde biomassa in 1995 is met 122 ton veel lager dan in voorgaande jaren, **vermoedelijk** door het grotere aandeel kranswieren. Maximaal werd steeds een oppervlak van 50ha gemaaid.

1.2 Doelstellingen rapport

Dit rapport **wil** antwoord geven op de volgende vragen:

- 1 Hoe heeft de watervegetatie van de Binnenschelde zich ontwikkeld in de periode 1988-1995?
- 2 Hoe zal deze vegetatie zich in de **toekomst** verder ontwikkelen?
- 3 Kan de vegetatie in de toekomst een bijdrage leveren aan de helderheid van het meer?

riza

MATERIAAL EN METHODEN

2.1 Kartering van de watervegetatie 1988 en 1989

In 1988 en 1989 zijn geen karteringen uitgevoerd omdat tijdens **bemonsteringstochten** bleek dat er geen waterplanten stonden (Van den Hark & Iedema, 1990). In juli 1988 zijn kranswier (*Chara contraria*) en Smalle waterpest (*Elodea nuttalli*) vanuit de proefvijvers van het Wolderwijd verzameld en uitgezet in de Binnenschelde. In 1989 is Schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) en waterpest uitgezet. Op de entlokaties zijn ontwikkelingen van de vegetatie gevolgd.

2.2 Kartering van de watervegetatie 1990 en 1991

Uit de rapportages van Van den Hark & Iedema (1991) en Van den Hark & Iedema (1992) zijn de gegevens over de watervegetatie in de Binnenschelde in 1990 en 1991 gedestilleerd en daarna verwerkt.

In 1990 zijn dia's vanuit de lucht gemaakt. Op de dia's waren duidelijk veldjes met waterplanten te zien. In het veld is de watervegetatie op soort gebracht, de dichtheid van de bedekking is geschat en tevens is de gemiddelde doorsnee van de veldjes bepaald. Met behulp van deze gegevens is de inwendige bedekking² geschat. Voor een schatting van de uitwendige bedekking zijn arbitrair gebieden op de vegetatiekaart 1990 ingetekend waarbinnen de veldjes zich bevonden. De contouren van de Binnenschelde zijn uitgeknipt en vervolgens op een bovenweger gewogen. De ingetekende gebieden zijn eveneens uitgeknipt en op vergelijkbare wijze gewogen. Het gewicht van het ingetekende deel is gedeeld door het totale gewicht. Het **quotiënt** is **vermenigvuldigd** met 172 ha (het totale oppervlak van de Binnenschelde) **en aldus** is de uitwendige bedekking tot stand **gekomen**.

De in 1991 toegepaste methodiek is vergelijkbare met die van 1990. Op 11 juli 1991 zijn vanuit de lucht **diaopnames** gemaakt van de vegetatie in de Binnenschelde. Op 25 en 26 September 1991 is alsnog een deel van de vegetatie in het veld **onderzocht**. Het aantal bedekte hectares per klasse is berekend. Voor de berekening van de inwendige bedekking zijn de **klassegemiddelden** vermenigvuldigd met het aantal bedekte ha per **klasse**.

2.3 Kartering van de watervegetatie 1992

Op 27 augustus 1992 is een globale vegetatieinspectie vanuit een vliegtuig uitgevoerd. Tijdens de vlucht zijn dia's gemaakt. Ter ondersteuning is op 7 September 1992 op 14 lokaties met behulp van de "**snorkelmethode**" (Van Dam, 1994) de vegetatiedichtheid en soortensamenstelling bepaald. Hierbij is de bemonstering uitgevoerd door een snorkelduiker. Op elke lokatie is de totale bedekking door vegetatie en de bedekking per plantesoort op een oppervlakte van 10*10 m ingeschaald in een **7-delige** schaal (< 1%, 1-5%, 5-15%, 15-25%, 25-50%, 50-75% en 75-100%).

De mate van bedekking wordt **uitgedrukt** in **percentage-klassen**. Twee termen van bedekking worden gehanteerd: inwendig en uitwendig. Onder inwendige bedekking wordt verstaan het totale oppervlak dat binnen de proefvlakken bedekt is door watervegetatie, terwijl bij uitwendige bedekking het totale oppervlak aan proefvlakken met watervegetatie (ongeacht de dichtheid van de vegetatie) wordt verstaan.

Naar aanleiding van deze twee acties is een vegetatiekaart samengesteld (Van den Hark, 1993). Op deze kaart is de "knip-en weeg-methode" (zie 1990) toegepast en zodoende is de uitwendige bedekking berekend. De inwendige bedekking is berekend door de gewogen en daarna berekende oppervlakten te **vermenigvuldigen** met het bedekkingspercentage van de bijbehorende klasse.

2.4 Kartering van de watervegetatie 1993

Op 21 juni 1993 is vanuit een vliegtuig de watervegetatie in de Binnenschelde geïnspecteerd en tijdens die vlucht zijn circa 34 dia's van de Binnenschelde genomen. Op 17 augustus 1993 is vanuit een kleine boot met plaatsbepaling (DGPS) de vegetatie op 31 lokaties verspreid over het meer via de "**snorkelmethode**" (Van Dam, 1994) bemonsterd.

Op basis van de luchtdia's kan de totale uitwendige bedekking van het meer geschat worden en vervolgens **omgerekend** worden naar hectares.

2.5 Kartering van de watervegetatie 1994

Op 7 juli 1994 is de watervegetatie van de Binnenschelde gekarteerd. Hierbij is gebruik gemaakt van de methodiek "**harkmethode**" die door RIZA en Rijkswaterstaat Directie Flevoland in de periode 1987-1989 is ontwikkeld en toegepast (Doef et al., 1991). Deze **inventarisatiemethode** is op dit moment gestandaardiseerd voor het **IJsselmeergebied** en beschreven in Hector et al., 1993. De bedekking van de watervegetatie is tijdens de kartering geschat door de aanwezige planten in een vlak van circa 5 bij 5 meter denkbeeldig van bovenaf te **projecteren** op de bodem.

Hieronder worden verschillende aspecten van de veldkartering met de harkmethode zoals in 1994 toegepast, nader toegelicht. Bij de kartering is de watervegetatie van het gebied in een aantal raaien beschreven. Deze raaien staan haaks op de oever en **lopen** van oever tot oever. De afstand tussen de raaien bedraagt voor een nauwkeurige kartering (gridverdeling van 50 x 50 meter) circa 100 meter. Varend over deze raaien worden op een onderlinge afstand van circa 100 meter de aanwezige soorten bepaald en wordt de totale bedekking **alsmede** de bedekking van de **afzonderlijke** soorten geschat. De bedekking werd ingedeeld in de volgende zeven klassen: < 1%, 1-5%, 5-15%, 15-25%, 25-50%, 50-75% en 75-100% en natuurlijk wordt ook het geheel ontbreken van vegetatie aangegeven.

Elke **opname** bestaat uit een vlak van circa 25 m² (5 x 5 m). Naast een beoordeling van de zichtbare vegetatie aan het oppervlak is de vegetatie die zich dieper onder het wateroppervlak bevindt, bemonsterd met behulp van een hark.

Bij sterk wisselende dichtheden (velden-patroon) is de afstand tussen de **meetpunten** verkleind. Daar de gebruikte celgrootte van **ARC-INFO (GIS)** een **dimensie** van 10 x 10 m heeft, is het zinloos om meerdere **monsterpunten** binnen dit oppervlak te **nemen**. Deze meer gedetailleerde registratie geeft een globaal beeld van de contouren van **afzonderlijke** waterplantenvelden.

De veldgegevens zijn vanuit een **motorbootje** ingewonnen via DGPS³. Tevens is met behulp van DGPS de **opnamestrategie** bijgestuurd en zijn de coördinaten bepaald. Deze gegevens zijn **samen** met de velddata genoteerd en voorzien van een **lokatienummer**. Later zijn de gegevens verwerkt en de berekende **coördinaten** in een dBase-bestand opgeslagen (Hector et al., 1993). Voor het bepalen van uitwendige bedekking is nagegaan op welk deel van 114 **monsterlokaties** tijdens de kartering watervegetatie aangetroffen is. Omdat het grid van de **monsterpunten** redelijk verdeeld lag over het totale oppervlak van de Binnenschelde wordt gesteld dat de uitwendige bedekking gelijk is aan het quotient van het aantal monsterpunten met vegetatie en het aantal monsterpunten vermenigvuldigd met het oppervlak van de gehele Binnenschelde. De inwendige bedekking is bepaald door de gemiddelde bedekking (inclusief bedekkingen van 0%) te **vermenigvuldigen** met het totale oppervlak van de **Binnenschelde**.

In 1994 zijn voor het eerst kranswieren (en deels de draad- en **darmwieren**) tot op soortsniveau **gedetermineerd**.

De veldgegevens in de dBase-bestanden zijn na validatie per soort in **ASCII**-bestanden **omgezet**. Vervolgens zijn deze **ASCII-bestanden** via een lokaal netwerk van een PC naar een Unix-machine gestuurd. Op deze machine is een **GIS-programmapakket** (ARC/INFO) geïnstalleerd. Binnen dit **GIS-pakket** heeft de uiteindelijke verwerking plaatsgevonden (Hector et al., 1993). Deze verwerking is gebaseerd op de verwerking zoals die voorheen bij RIZA **plaatsvond** (De Redelijkheid, 1989).

2.6 Kartering van de watervegetatie 1995

De kartering van de waterplanten in het jaar 1995 is op dezelfde **manier** verlopen als in het jaar 1994. Op 6 augustus van dat jaar zijn 108 lokaties gekarteerd.

DGPS - differential Global Positioning System (**satelliet-plaatsbepalingssysteem**)

riza

RESULTATEN

De beschrijving van de ontwikkeling van de waterplantenvegetatie is opgesplitst in vijf perioden: 1988/1989, 1990/1991, 1992, 1993, 1994 en 1995. In tabel 2 staan de resultaten vermeld van het waterplantenkarteingen in de Binnenschelde 1988-1995. In bijlage 1 staat in een **staftabel** de uit- en inwendige bedekking weergegeven over de jaren 1988-1995. In dit hoofdstuk zal verder op deze gegevens worden ingegaan.

3.1 Ontwikkelingen in 1988 en 1989

De **ontwikkelingen** van de watervegetatie in de Binnenschelde van 1988 en 1989 staan beschreven in Van den Hark & Iedema, 1990. Hieruit blijkt dat de transplantaties van het kranswier *Chara contraria* en Smalle waterpest (*Elodea nuttalli*) in 1988 na uitzetting niet snel geleid hebben tot een uitbreiding van de watervegetatie. In 1989 zijn **wederom** transplantaties uitgevoerd. Dit keer met Schedefonteinkruid en waterpest, maar eveneens zonder duidelijk positief resultaat. Buiten de entplaatsen zijn in deze jaren in de Binnenschelde geen waterplanten aangetroffen.

3.2 Ontwikkelingen in 1990 en 1991

In 1990 is Schedefonteinkruid als pioniersplant in het noordelijk deel van de Binnenschelde aangetroffen (Van den Hark & Iedema, 1991). Op de luchtdia's gemaakt in 1991 zijn duidelijk 96 dichte veldjes te zien. Schedefonteinkruid groeide zonder aanwezigheid van andere soorten in 96 veldjes met een gemiddelde doorsnede van 3 m en een bedekking van 100% (per veldje dus ca. 7 m²). De totale inwendige bedekking is **in** dit geval dus $96 * 7 \text{ m}^2 = 0.07 \text{ ha}$ en dus **marginaal**. De uitwendige bedekking is door middel van luchtdia's (zie kaart 1) en met behulp van de eerder beschreven methode geschat op 43 ha.

In 1991 is Schedefonteinkruid nog steeds de enige soort. Van den Hark & Iedema (1992) **vermelden** dat er in 1991 duidelijk veldjes met een bedekking van 100% aanwezig zijn. In totaal is **in** 1991 ruim een kwart van de Binnenschelde bedekt met waterplanten. De **helft** van dit oppervlak heeft een bedekking van 1-5% en de andere helft een van 5-10%. De totale uitwendige bedekking is 43 ha (een kwart van de 172 ha). Na berekening blijkt de inwendige bedekking op ongeveer **2.3** ha uit te komen. De vegetatie concentreert zich in het noordelijke deel.

3.3 Ontwikkelingen in 1992

Van den Hark (1993) **meldt** dat in 1992 door de **komst** van Snavelruppia (*Ruppia maritima*), Tenger fonteinkruid (*Potamogeton pusillus*), Aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*) en kranswier een verandering in de soortensamenstelling is opgetreden. Schedefonteinkruid is echter nog steeds dominant aanwezig.

Tabel 2: De watervegetatie in de Binnenschelde (112 ha) 1988 t/m 1995,

jaar	uitwendig bedekt (ha)	inwendig bedekt (ha)	dominante soort	overige soorten, of groep	opmerkingen
1988	nihil	nihil			kranswier en waterpest uitgezet
1989	nihil	nihil			fonteinkruid en waterpest uitgezet geen kartering alleen visuals waarnemingen geen uitbreiding v.d. ent
1990	43		Schedefonteinkruid	geen aangetroffen	kartering luchtfotokartering veldonderzoek
1991	45		Schedefonteinkruid	geen aangetroffen	11 juli 1991 globale vegetatie-inspectie met kleurendia's , op 25 en 26 September is een deel van de vegetatie in het veld onderzocht .
1992	153		Schedefonteinkruid	Snavelruppia, Tender fonteinkruid, kranswier, Aarvederkruid	27 augustus 1992 globale vegetatie-inspectie met kleurendia's, op 7 September is de vegetatie op 14 lokaties in het veld onderzocht
1993	155	86	Schedefonteinkruid	Snavelruppia, Tender fonteinkruid, kranswier, Aarvederkruid, draadwier, darmwier	op 21 juni 1993 zijn luchtdia's gemaakt en op 17 augustus is op 31 lokaties gesnorkeld om de vegetatie te onderzoeken
1994	159	44	<i>Chara connivens</i> Schedefonteinkruid Aarvederkruid	Snavelruppia , Tender fonteinkruid, <i>Chara globularis</i> , <i>Chara contraria</i> , <i>Chara major</i> , <i>Chara vulgaris</i> var. <i>longibracteatae</i> , Aarvederkruid, draadwier, darmwier	er zijn geen luchtopnames gemaakt. Op 7 juli is op 114 lokaties de vegetatie onderzocht vanuit een boot met de "harkmethode".
1995	147	81	<i>Chara connivens</i>	Schedefonteinkruid, Aarvederkruid, Snavelruppia, <i>Chara vulgaris</i> , draadwier, darmwier	er zijn geen luchtopnames gemaakt. Op 6 augustus is de vegetatie onderzocht op 108 lokaties vanuit een boot met de "harkmethode".

Slechts in 11% van het areaal van de Binnenschelde is geen watervegetatie; de uitwendige bedekking is dus 153 ha. Via de gegevens van Van den Hark (1993) is afgeleid dat de inwendige bedekking 101 ha is.

3.4 Ontwikkelingen in 1993

Uit de gegevens van Schutten (ongepubliceerd) is geschat dat de gemiddelde totale bedekking door ondergedoken waterplanten in 1993 50 tot 75% van het

bodemoppervlak heeft bedraagt. Aangenomen wordt dat het hier om inwendige bedekking gaat. De totale inwendige bedekking door ondergedoken waterplanten bedraagt dan in 1993 (berekend naar Schutten, ongepubliceerd) tussen de 86 en de 129 ha (= 50-75% van 172 ha). Een alternatieve schatting van het bedekkingspercentage per luchtdia geeft een gemiddelde bedekking van circa 50% en een bedekking van 86 ha (circa 50% van 172 ha).

Op alle 34 in dat jaar gemaakte luchtdia's staat watervegetatie, maar op sommigen staan ook grotere open plekken. Op basis van de luchtdia's is de geschatte totale uitwendige bedekking 155 ha (90 % van het meer).

De dominante soort is Schedefonteinkruid. Daarnaast zijn regelmatig Snavelruppia, Aarvederkruid, kranswier, draadwier en in lage dichtheden Tenger fonteinkruid en darmwier aangetroffen. In het zuidelijk deel tot en met het surfstrand bestaat de beeldbepalende vegetatie uit kranswier, Snavelruppia en Schedefonteinkruid. Daarnaast komt in lage dichtheden Aarvederkruid, Tenger fonteinkruid, draadwier en darmwier voor. In het middendeel tegenover het zwemstrand wordt de vegetatie gedomineerd door Schedefonteinkruid, terwijl Aarvederkruid en draadwier in lage dichtheden voorkomen. Darmwier, kranswier en Snavelruppia komen op deze lokatie sporadisch voor. In het noordelijk deel zijn Schedefonteinkruid, Aarvederkruid en draadwier veel voorkomen waterplanten. In lage dichtheden zijn Snavelruppia, kranswier en darmwier aangetroffen. Op lokaties dieper dan 2.7 m is nagenoeg geen vegetatie aangetroffen.

3.5 Ontwikkelingen in 1994

In 1994 is de uitwendige bedekking 159 ha (92 % van de 172 ha). De gemiddelde bedekking over de 114 punten is ruim 33% en de totale inwendige bedekking is dus 57 ha (tabel 3). De hoogste vegetatiedichtheden (75 -100% bedekt) komen voor langs de oevers en in de ondiepere delen van de Binnenschelde. In het middendeel van het meer is de bedekkingsgraad laag (veelal < 10%).

In tegenstelling tot voorgaande jaren is Schedefonteinkruid niet meer vanzelfsprekend de dominante soort. De karteringsresultaten tonen aan dat *Chara connivens* samen met Schedefonteinkruid lokaal dominant is (tabel 4). In mindere mate geldt dit ook voor Aarvederkruid. Over het totale meer bezien lijkt *Chara connivens* het meest voor te komen. De hoogste concentratie zijn in het zuidoosten en het noordwesten. Opvallend is dat er naast *Chara connivens* nog vier soorten kranswieren zijn waargenomen: *Chara globularis*, *Chara contraria*, *Chara vulgaris* var. *longibracteata* en *Chara major*. Het is onduidelijk of deze soorten er in 1993 ook reeds stonden, daar in 1993 geen determinatie van kranswieren tot op soortsniveau is toegepast. Er zijn helaas ook geen monsters bewaard, zodat ook achteraf geen determinatie heeft kunnen plaatsvinden. Van de andere kranswiersoorten zijn *Chara major* en *Chara contraria* slechts op respectievelijk 5 en 3 lokaties in het ondiepe zuidoosten aangetroffen. *Chara globularis* is 7 maal in het middendeel bemonsterd, terwijl *Chara vulgaris* var. *longibracteata* slechts 1 maal is aangetroffen.

Schedefonteinkruid bereikt in het zuidoosten en het noordoosten en lokaal op een aantal plaatsen verspreid over het meer bedekking tussen de 20 en 80%. Echter op de meeste plaatsen is de bedekking minder dan 5%.

Aarvederkruid komt veel voor in veldjes die voornamelijk gelegen waren langs de **zuidwestelijke** oever.

Tabel 3: *Uitwendige en inwendige bedekking (ha) van de Binnenschelde (172 ha) door watervegetatie in 1994 en 1995*

bedekkingsklasse	1994		1995	
	uitwendig	inwendig	uitwendig	inwendig
0-1 %	15.4	0.1	2.4	0.0
1-5 %	16.4	0.5	7.2	0.2
5-15 %	27.3	2.7	16.3	1.6
15-25 %	29.2	5.8	18.5	3.7
25-50 *	45.5	17.1	18.4	6.9
50-75 *	16.3	10.2	22.0	13.8
75-100 %	8.5	7.4	62.3	54.5
totaal begroeid	158.6	43.8	147.1	80.7
totaal onbegroeid	13.4		24.9	

Snavelruppia groeit in de zuidoostelijke hoek en is een gering aantal malen ook op andere lokaties **aangetroffen**. De bedekking is meestal minder dan 5%.

Tenger fonteinkruid is 8 maal aangetroffen in lage bedekkingen van slechts 1%. Draadwier komt een aantal malen voor, met name in het noordwesten, terwijl darmwier 1 maal is waargenomen. Tijdens de kartering in 1994 zijn draadwieren en **darmwieren** niet bij iedere **monstername** nader op soort gebracht. Wel bleken na determinatie in het veld de draadwieren *Cladophora* (met **acineten**⁴) en *Chaetomorphaspec.* aanwezig te zijn en het darmwier *Enteromorpha intestinalis* (**pers. med.** J. Simons (VU)).

3.6 Ontwikkelingen in 1995

In 1995 is 147 ha uitwendig bedekt door watervegetatie en 81 ha inwendig (tabel 3). De dominante soort is *Chara connivens* met een inwendige bedekking van ruim 77 ha (tabel 4). Aarvederkruid en Schedefonteinkruid komen op veel plaatsen in het gebied voor, maar veelal in geringe dichtheden. De inwendige bedekking is respectievelijk bijna 10 ha en bijna 1 ha.

acineet - een vegetatieve overwinteringscel of rustcel

Tabel 4: Inwendige en uitwendige bedekking (ha) door soorten waterplanten in 1994 en 1995 in de Binnenschelde

soort	klasse	1994		1995	
		uitw.	inw.	uitw.	inw.
Chara connivens	0-1	40.7	0.2	2.5	0.0
	1-5	31.4	0.9	6.5	0.2
	5-15	29.0	2.9	14.1	1.4
	15-25	22.8	4.6	20.1	4.0
	25-50	8.5	3.2	22.1	8.3
	50-75	3.9	2.4	26.8	16.8
	75-100	0.0	0.0	53.0	46.4
	totaal	136.4	14.2	145.1	77.1
Schedefonteinkruid	0-1	41.9	0.2	64.5	0.3
	1-5	48.7	1.5	11.0	0.3
	5-15	21.7	2.2	1.1	0.1
	15-25	9.0	1.8		
	25-50	10.0	3.8		
	50-75	4.1	2.6		
	75-100	0.2	0.2		
	totaal	135.9	12.3	76.6	0.7
Aarvederkruid	0-1	63.9	0.3	65.6	0.3
	1-5	32.5	1.0	24.1	0.7
	5-15	18.2	1.8	18.7	1.9
	15-25	13.7	2.7	5.2	1.0
	25-50	9.8	3.7	4.7	1.8
	50-75	6.0	3.8	3.1	1.9
	75-100	0.0	0.0	2.2	1.9
	totaal	144.1	13.3	123.6	9.5
overige soorten	0-1	(97.8)	0.5	(32.0)	0.2
	1-5	(34.5)	1.0	(3.1)	0.3
	5-15	(6.7)	0.7		
	15-25	(2.5)	0.5		
	25-50	(1.4)	0.5		
	50-75	(0.0)	0.0		
	totaal	(142.9)	3.2	(35.1)	0.5

1 riza

DISCUSSIE

4.1 **Vergelijkbaarheid** gegevens door verschillende methodieken verkregen

Sinds het ontstaan van de Binnenschelde is de ontwikkeling van de vegetatie met behulp van verschillende karteringen gevolgd. De resultaten zijn zeker op het kwalitatieve vlak in grote lijnen goed met elkaar te vergelijken. Zo is er een duidelijk verschil tussen de beginperiode (1988 en 1989) waar vegetatie vrijwel geheel ontbrak en de jaren 1990 en 1991 met de kleine maar dichte **Schedefonteinkruidvelden**. Waar in 1993 Schedefonteinkruid nog dominant was, is deze positie in 1994 deels door *Chara connivens* en Aarvederkruid **overgenomen**.

In 1994 zijn voor het eerst de kranswieren (en een deel van de draad- en **darmwieren**) tot op soortsniveau **gedetermineerd**. Vergelijking met andere jaren is in dit geval dus niet mogelijk.

Het is echter **moeilijk** om kwantitatieve vergelijkingen te maken. Wel zijn ook hier duidelijke perioden te onderscheiden 1988-1989, die van 1990-1991 en tot slot de periode 1992-1995. De eerste periode **kenmerkt** zich door afwezigheid van vegetatie⁵. Het is niet bekend of er in het geheel geen waterplanten groeiden, daar in 1998 en 1989 geen officiële karteringen zijn uitgevoerd.

De periode van 1990-1991, met dominantie van kleine Schedefonteinkruid veldjes een totale uitwendige bedekking van circa 45 ha en een inwendige bedekking van nauwelijks enige ha, is wel duidelijk te onderscheiden van de beide andere perioden. De kwantitatieve vergelijking tussen 1990 en 1991 is echter moeilijk te maken. In beide jaren zijn inventariserende vegetatievluchten boven de Binnenschelde gemaakt, en naar aanleiding daarvan zijn kaarten samengesteld. Over de gedetailleerdheid van de kaarten is weinig duidelijkheid.

In jaren 1992 tot en met 1995 nam de vegetatie en de **soortenrijkdom** zo toe dat er veldkarteringen uitgevoerd zijn. De gegevens van 1992 en 1993 zijn samengesteld op basis van luchtdia's en veldkarteringen met behulp van snorkelen. In 1992 en 1993 zijn op deze **manier** respectievelijk 14 en 31 lokaties van 10 bij 10 m in het veld bemonsterd. De veldkartering zoals uitgevoerd in 1994 is moeilijk te vergelijken met de voorafgaande karteringen. Enerzijds zijn veel meer (114) lokaties bemonsterd, en anderzijds was de methodiek van **bemonsteren** anders. In 1994 en in 1995 is voor het karteren van de **(onderwater)watervegetatie** gebruik gemaakt van de **harkmethodiek** in plaats van een **snorkelmethodiek**. Met de beschikbare gegevens is getracht per jaar een schatting te maken van de uit- en inwendige bedekking. Alhoewel de gegevens niet geheel uit de lucht zijn komen vallen, moet voorzichtigheid betracht worden bij het vergelijken van de verschillende jaren. Zo blijkt voor de getallen van 1995 de som van de inwendige bekking van de verschillende soorten hoger uit te de totale inwendige bedekking. Berekeningen met **klassegemiddelden** kunnen dit verschijnsel deels verklaren. Mogelijk is er tevens in het veld een

De **transplantatie** wordt hier even buiten beschouwing gelaten.

onderschatting gemaakt van de totale bedekking of een overschatting van verschillende soorten.

4.2 Soortensamenstelling en bedekking

Zoals blijkt uit tabellen 2, 3 en 4 is de uitwendige bedekking in de loop der jaren opgelopen van nihil tot een maximum van 159 hectare in 1994. De inwendige bedekking kende in 1992 een hoogtepunt met een bedekking van 101 hectare en **liep** daarna terug tot 44 hectare in 1994. In 1995 neemt de inwendige bedekking vervolgens weer toe tot 81 ha. Het is echter, zoals hierboven reeds beschreven staat, moeilijk om over deze verschillen harde uitspraken te doen, omdat in de verschillende jaren verschillende **methodieken** gebruikt zijn. Het feit dat de inwendige bedekking in 1994 ten opzichte van 1993 is **afgenomen** hangt **samen** met de **manier** van karteren. De methodiek van karteren tussen 1993 en 1994 is verschillend. In 1993 is naar aanleiding van luchtfoto's gemaakt op 21 juni onderzoek in het veld verricht op 17 augustus, terwijl in 1994 op 7 juli onderzoek in het veld is uitgevoerd. De watervegetatie was op 17 augustus 1993 relatief verder ontwikkeld dan op 7 juli 1994. In 1994 is min of meer random gemonsterd op 114 lokaties, terwijl in 1993 op 31 lokaties gesnorkeld is om de vegetatie te onderzoeken. Hierbij zijn waarschijnlijk voornamelijk lokaties bezocht met aanwezigheid van waterplanten. Daarnaast bestaat de kans dat de bedekking door fonteinkruiden (groei tot aan het wateroppervlak) iets hoger is ingeschat dan de bedekking door kranswieren die lager groeien.

Het is mogelijk dat er een vertraagde ontwikkeling van de waterplanten heeft plaats gevonden in het voorjaar van 1994. De globale instraling in **april-mei** 1994 was lager dan in dezelfde periode in 1993. Hierdoor zou het mogelijk kunnen zijn dat er in het voorjaar 1994 meer **nutriënten** beschikbaar voor de algen waren, die in **mei** 1994 in hoge dichtheden zijn **waargenomen**.

De algemene tendens is dat er een verschuiving is opgetreden van dominantie door fonteinkruiden richting dominantie door kranswieren. Dit is ook in andere **meren** in Nederland waargenomen. Hierdoor vindt ook een verdichting van de bedekking plaats, doordat deze planten een verschillende structuur **hebben**.

Het aantal soorten is in de periode 1988-1995 opgelopen van 0 tot 12. Ook de soortensamenstelling is in de loop der jaren veranderd. Was tot in 1993 Schedefonteinkruid de dominante soort, vanaf 1994 zijn dit behalve Schedefonteinkruid ook Aarvederkruid en kranswier. In 1995 komt *Chara connivens* het meest voor. In 1988 zijn pogingen gedaan om uit de proefvijvers van het Wolderwijd kranswieren (*Chara contraria*) en Smalle waterpest (*Elodea nuttallii*) uit te zetten. In 1989 zijn **wederom** waterplanten uitgezet waterpest (spec.) en fonteinkruid (spec). In beide jaren heeft de ent niet geleid tot een zichtbare uitbreiding. Waterpest is in het geheel verdwenen, terwijl het kranswier *Chara contraria* voor het eerst weer in 1994 (wellicht in 1993) aangetroffen is.

Mogelijke verklaringen voor de veranderende vegetatie:

- de kolonisatie van de vegetatie in het jonge meer is voor een aantal soorten nog in volle gang. De dominantie van de eerste snelle kolonisator (Schedefonteinkruid) heeft een hoge zouttolerantie. Deze soort lijkt nu in de ondiepere delen te worden verdrongen door andere zouttolerante soorten als *Chara connivens* en Snavelrupsia, en in de diepere delen door

Aarvederkruid. Dit patroon is een **normaal** verschijnsel in nieuwe systemen.

- door lagere chloridegehaltes zijn meer soorten in staat zich in het meer te vestigen.

Schedefonteinkruid

Schedefonteinkruid is sinds 1990 (een jaar na de ent) "vaste plant" in de Binnenschelde. De pionierssoort Schedefonteinkruid bevolkte de **maagdelijke** Binnenschelde als spontane vestiger het eerst. Het is niet bekend of de ent grote invloed op de verspreiding van **Schedefonteinkruid** gehad heeft. Van Schedefonteinkruid is bekend dat het een snelle kolonisator met een hoge zouttolerantie is (Weeda et al., 1991). Schedefonteinkruid komt voor in **matig** tot zeer carbonaat- en voedselrijk, basisch, brak of zoet water, die meer vervuiling, meer **ammoniak** en meer chemische **bestrijdingsmiddelen** verdraagt dan alle andere fonteinkruiden en de meeste andere waterplanten. Schedefonteinkruid gedijt goed in **dynamische** en wisselvallige milieus, voornamelijk boven minerale **bodems**, weinig op veen (Weeda et al., 1991).

Snavelruppia

De ontwikkeling van de watervegetatie in de Binnenschelde is nog in volle gang. Zo is enkele jaren na de vestiging van de pionierssoort Schedefonteinkruid te zien dat op de ondiepere delen Snavelruppia de **eerstgenoemde** soort verdringt. Gezien het brakke karakter van de Binnenschelde (chloridegehalten **omstreeks** 1000 mg/l) is de **opkomst** van Snavelruppia⁶ niet verwonderlijk. Weeda et al., 1991 **vermelden**: "Snavelruppia is een plant van niet te grote, ondiepe wateren. Zij groeit in sloten en aan de rand van kanalen en kleine plassen, zoals wielen en kleiputten achter de zeedijk. De grootste waterdiepte waarbij zij is **aangetroffen**, bedraagt slechts 70 cm. Wanneer de karteringsgegevens vergeleken worden met de dieptekaarten dan blijkt dat Snavelruppia tweemaal werd aangetroffen op een diepte van meer dan 1.75 m. Ook werd Ruppia in 8 monsters aangetroffen op een diepte tussen de 1.5 - 1.75 m, en eveneens 8 maal op een diepte tussen de 1.25 - 1.5 m. In vergelijking met Weeda et al., 1991 is het **opmerkelijk** dat Snavelruppia voorkomt op de waterdiepten groter dieper dan 70 cm. In de Binnenschelde is dit toch het geval. Van Dam (1995) geeft aan dat in het **Volkerak-Zoommeer** Snavelruppia in 1994 **voorkwam** tot op een diepte van meer dan 4.5 m. Verder vermelden Weeda et al., 1991: "De plekken waar zij voorkomt, zijn althans in het **zomerhalfjaar** tegen **golfslag** beschut. Nieuw ontstane - pas gegraven of bij **indijking** ontstane - plassen kunnen gedurende enkele jaren ook een geschikt milieu vormen, maar in veel gevallen leidt verzoeting tot toevoer van **overmatig** voedselrijker water al spoedig tot vestiging en uitbreiding van andere planten en/of oeverplanten, die Snavelruppia verdringen. Begrazing door watervogels kan **meehelpen** het voor deze planten vereiste pioniermilieu in stand te houden. Zij is gebonden aan zwak brak tot **zilt** water, waarvan het zoutgehalte ook 's **zomers** lager dan dat van zeewater blijft. De wateren waarin zij wordt aangetroffen, hebben vrijwel steeds een **kleibodem** die rijk is aan organische materiaal; in een **enkel** geval komt de plant echter op een puur zandig bodem voor."

⁶ Volgens Weeda et al., (1991) zijn Snavelruppia en Spiraalruppia slecht te onderscheiden. In een aantal gevallen leek Spiraalruppia in plaats van Snavelruppia de aangetroffen soort te zijn. Uit de controlemonsters die op het laboratorium zijn uitgezocht is echter niet **gebleken** dat Spiraalruppia aanwezig was. Snavelruppia **kam** in deze monsters echter wel voor. Tijdens een volgende kartering is het voor de **Ruppia's** in de Binnenschelde goed om nog eens intensief naar de **determinatiekenmerken** van de **Ruppia's** te kijken omdat het niet mag worden uitgesloten dat **tussen** de **Snavelruppia's** mogelijk ook nog **Spiraalruppia's** voorkomen.

Kranswieren

Het verbeterde doorzicht vanaf 1990 heeft geleid tot een toename van het aantal waterplanten, met waarschijnlijk als gevolg dat het water uiteindelijk zo helder werd dat een geschikt habitat voor kranswieren ontstond. In het seizoen 1991 is niet geconstateerd dat de kranswieren zich hebben kunnen vestigen. Maar in 1992 hebben ze duidelijk kunnen profiteren van de helder geworden Binnenschelde. Meer over ecologie en verspreiding van de aangetroffen kranswieren staat in de bijlage.

De gevonden kranswiersoorten duiden op (matig) voedselrijk, stilstaand, zoet tot licht brak water, (zwak) basisch, arm tot matig stikstofrijk water met een zoutarme water(bodem). Het heersende gehalte aan voedingsstoffen en het relatief hoge chloridegehalte vormen momenteel geen bedreiging voor de kranswierpopulaties.

Kranswier komt behalve in het zuidoosten van de Binnenschelde ook in het noordoosten voor. Het noordoosten is de plaats waar de kranswieren voor het eerst zijn opgekomen. Het is de vraag of hier sprake van samenhang is. In 1989 zijn kranswieren uit proefvijvers van het Wolderwijd zijn geënt in de Binnenschelde. In de daaropvolgende jaren zijn geen of vrijwel geen kranswieren in de Binnenschelde aangetroffen. In 1992 zijn kranswieren pas duidelijk waargenomen. De nu overheersende soort (*Chara connivens*) is echter een soort die niet in het Wolderwijd voorkomt. Kranswieren kunnen gemakkelijk worden verspreid via vogels en vissen. 06sporen kunnen bijvoorbeeld via faeces van zwanen verspreid worden. Zwanen foerageren op die lokaties waar waterplanten staan. Tijdens verplaatsingen van de ene naar de andere lokatie kunnen ze kranswier materiaal verspreid (ook in onbegroeide delen).

Kranswieren kunnen overleven in de winter. De kans bestaat echter dat ze door watervogels (Meerkoeten en zwanen) gegeten worden. In veel "Snoekwateren" verdwijnen overigens de waterplanten grotendeels in de winterperiode.

Van Raam & Maier (1992) vermelden over ecologie en de verspreiding van de aangetroffen kranswieren het volgende:

Chara connivens

Voorkomend in brak, matig voedselrijk, zoet tot lichtbrak (tot 1000 mg Cl/l), stilstaand (< 0,2 m/s) middelgroot ondiep water.

Chara contraria

Voorkomend in (matig) voedselrijk, zoet, stilstaand, klein tot groot, diep en ondiep water.

Chara globularis

Voorkomend in voedselarm basisch maar ook in matig voedselrijk water. Het water is zoet tot licht brak, stilstaand en voedselrijk water. De grootte van het water is niet van belang.

Chara vulgaris

(in Binnenschelde *Chara vulgaris* var. *longibracteata*)

Voorkomend in voedselrijk tot zeer voedselrijk zoet tot licht brak, stilstaand klein tot middelgroot ondiep water.

Chara major

Voorkomend in (matig) voedselrijk, zoet tot lichtbrak klein tot middelgroot ondiep water.

Aarvederkruid

Weeda et al. (1987) vermelden dat Aarvederkruid voor komt in matig tot zeer voedselrijke, basische wateren, meestal rijk aan carbonaat en fosfaat, vaak enigszin brak en ammoniakhoudend. De plant neemt voedingstoffen op uit het water en de bodem. Onder minder gunstige omstandigheden treedt Aarvederkruid vaak op de voorgrond, bijvoorbeeld in stromend water of in open plassen met golfslag. Wel blijft op zulke plaatsen de bloei vaak achterwege en verspreidt de plant zich alleen door middel van stengelfragmenten, vooral in de nazomer. Evenals Schedefonteinkruid en Zannichellia groeit Aarvederkruid vaak in wateren waarvan het zout- (of kalk-) gehalte vrij sterk wisselt.

Tenger fonteinkruid

Tenger fonteinkruid is een plant van voedselrijk, zowel carbonaat- als sulfaatrijk, ondiep, zoet of zwak brak, meestal basisch, stilstaand of zwak of tijdelijk stromend water. Het komt op uiteenlopende grondsoorten voor, maar gaat op klei vaak minder vroeg in de zomer te gronde dan op andere bodemtypen, waar het even als Haarfonteinkruid spoedig uiteen begint te vallen. Het verdraagt een zekere belasting van het water met ammoniak en kan zich daardoor goed handhaven in sterk bemeste landbouwgebieden. In drooggelopen sloten kan het op met water verzadigde modder een tijdlang in leven blijven. In grote wateren staat het in hoofdzaak in de buurt van de oever, De uitbreiding van de soort houdt vermoedelijk verband met het inlaten van rivierwater in gebieden waar het water van nature een heel andere samenstelling heeft; vooral de combinatie van een hoog carbonaat- en sulfaatgehalte, die andere waterplanten te gronde richt, wordt door Tenger fonteinkruid goed verdragen - een punt van overeenkomst met Smalle waterpest en Zwanebloem (Weeda et al., 1991).

Draadwieren en darmwieren

Over het voorkomen van draad- en darmwieren is het volgende te melden. Deze groep planten bevat een aantal regelmatig voorkomende soorten (bijvoorbeeld het darmwier *Enteromorpha intestinalis*) die in sterke mate gevoelig zijn voor licht, voedselrijkdom en temperatuur. Bloemendaal & Roelofs (1988) geven aan dat deze groep voorkomt in zeer ionrijke wateren.

4.3 Toekomstige watervegetatie

Het is opvallend dat een aantal soorten niet in de Binnenschelde is aangetroffen. Spiraalruppia⁷, Smalle- en Brede waterpest, Doorgroeid- en

⁷Spiraalruppia: Weeda et al., (1991) vermelden over Spiraalruppia o.a. het volgende: "Spiraalruppia verdraagt meer zout en iets meer golfslag in het zomerhalfjaar dan Snavelruppia en kan in dieper water groeien: bij ons tot ruim een meter diepte, in gebieden met helderder water echter bij waterdiepten tot zeven meter. Zij groeit in brak tot zilt water en ook in wateren waar het gemiddelde zoutgehalte hoger is dan dat van zeewater. 's Zomers kan de zoutconcentratie van sommige wateren met Spiraalruppia zelfs meer dan het dubbele bedragen van die van zeewater. Welige vegetaties van deze plant zijn soms aan de zeewaartse kant van plassen en brede sloten achter de zeedijk te vinden, waar een sterke kwel van zoute water optreedt. Behalve in afgesloten plassen en in brede sloten staat zij ook meer dan Snavelruppia, in wateren met periodieke waterbeweging. Zo is zij op diverse plaatsen in het Deltagebeid aan te treffen in de spuikom van uitwateringsluizen. Hoe zouter het water hoe beter Spiraalruppia tegen Schedefonteinkruid opgewassen blijkt."

Gekroesd fonteinkruid⁸, Zittende- en Gesteelde Zarnichellia en Sterrenkroos zijn niet **aangetroffen**. Eveneens zijn **drijfbladplanten** en drijvende planten niet tijdens de kartering waargenomen.

Wat betreft de ontwikkeling van kranswieren in de toekomst kan het volgende opgemerkt worden indien naar andere watersystemen gekeken wordt: de ontwikkeling van kranswieren in het **IJsselmeergebied** lijkt nog toe te **nemen** als gevolg van lagere nutriëntengehalten, **vermindering** van **chlorofyl-a** en een verbeterd doorzicht. In het **Veluwemeer** en het Wolderwijd is relatief **fosfaatarm** en bicarbonaatrijk water vanuit de Flevopolders doorgespoeld (Van den Berg et al, 1996). Dit heeft een gunstig effect gehad op de groei van kranswieren. Het toepassen van bestandsbeheer in de vorm van verwijdering van witvis heeft het proces in het Wolderwijd waarschijnlijk bespoedigd. Het is echter onduidelijk of bovengenoemde **maatregelen** ook in de Binnenschelde met gewenst succes toegepast kunnen worden.

4.4 Waterplanten en helderheid

Bij een gelijkblijvend of verbeterend doorzicht zal de kranswervegetatie zich waarschijnlijk stabiliseren of zelfs uitbreiden. In het Veluwemeer, het Wolderwijd en de Gouwe zijn al jarenlange min of meer stabiele kranswervegetaties (Doef et al., 1994; Van den Berg, 1993). De kans bestaat dat de kranswervelden verdichten en zodoende **bodemwoeling** als gevolg van wind, golven en vissen **verminderen** en het doorzicht doen toenemen. Eveneens concurreren kranswieren met algen door allelopatische stoffen uit te scheiden. Een vermindering van de algengroei heeft **wederom** een verbeterend doorzicht tot gevolg zodat er nog meer licht voor de groei van planten beschikbaar komt.

Naast kranswieren spelen ook de andere waterplanten een **rol** in de helderheid het **ecosysteem**. Aarvederkruid, Smalle waterpest, Schede-, Tenger fonteinkruid versterken het helder worden van het water. Nadeel voor recreanten is echter dat deze planten, in tegenstelling tot kranswieren, veelal tot aan het wateroppervlak groeien, waardoor ze als hinderlijk ervaren kunnen worden.

4.5 Maaien

De afgelopen jaren (1992 tot en met 1995) is de watervegetatie van de Binnenschelde gemaaid ten bate van de recreatie. De vraag is of dit maaien ook effect gehad heeft op de vegetatie, bv. de soortensamenstelling en de dominantie van kranswieren.

Het indirecte effect van maaien op de vegetatie is niet precies bekend. De idee is dat afvoeren van het maaisel de hoeveelheid **voedingsstoffen** in het systeem zal verminderen. In onderstaande tabel staat een zeer grove

⁸ **Doorgroeid fonteinkruid**: Voor het ontbreken van Doorgroeid fonteinkruid geeft Weeda et al. , 1991 als mogelijke oorzaak: "Terwijl Doorgroeid fonteinkruid blijkens zijn optreden in de vroegere Zuiderzee een vrij **aanzienlijk** zoutgehalte van het water verdraagt, ontbreekt het in afgesloten **brakke** wateren. Blijkbaar verdraagt het niet de sterke wisselingen in het zoutgehalte in de loop van het jaar die in **zulke** wateren optreden." Gekroesd fonteinkruid: Weeda et al., 1991 melden dat Gekroesd fonteinkruid grote open wateren met sterke golfslag mijden. Het is **aannemelijk** dat de soort evenals in de **Veluwerandmeren** (Doef et al., 1994) op iet« meer **beschutte** delen in geringe mate tot ontwikkeling zal komen.

schatting van de hoeveelheden **voedingsstoffen** die uit de Binnenschelde zijn verwijderd door het maaien (zie **bijlage 3** voor berekening).

Tabel 5:

(Grove) schatting van de hoeveelheid C,N en P verwijderd uit de Binnenschelde in 1994 en 1995 door maaien en afvoeren.

	1994	1995
kg C verwijderd	21171	1493
kg N verwijderd	1503	106
kg P verwijderd	177	12,5

Zoals blijkt uit tabel 5 is in 1994 177 kg P verwijderd en in 1995 12,5 kg P. Uit de fosfaatbalans voor het jaar 1994 (zie bijlage 3) blijkt dat in 1994 158 kg fosfaat het systeem in komt en 65 kg fosfaat het systeem weer **verlaat**. Het is volgens deze berekeningen dus mogelijk dat het **maaibeheer in 1994** invloed gehad heeft op de hoeveelheid fosfaat in de Binnenschelde: meer **fosfaat heeft** het systeem verlaten dan erin **gekomen is**. De vraag is of de planten dit fosfaat uit de waterfase of uit de bodem hebben opgenomen. Gezien de grove **aannames** bij bovenstaande berekeningen verdient dit geheel nader onderzoek. Zo lijkt het zinvol om het soortelijk gewicht van de (vers) **gemaaide** vegetatie te bepalen.

Een hypothese is dat bij fonteinkruiden door middel van maaien de **voedingstoftoevoer** uitgeput zouden kunnen worden. Zodoende zouden kranswieren in een gunstigere (**licht**)**positie** geraken. Proeven ondermeer in de Gouwe en maaibeheer in het Bovenwater hebben niet eenduidige resultaten opgeleverd. Wel groeien in de **omgeving** waar gemaaid is **dikwijls** kranswieren.

Of het maaibeheer de enige factor is die de **opkomst** van de kranswieren heeft beïnvloed, valt te betwijfelen. Ook in andere **meren** in Nederland is een verbetering van de waterkwaliteit (door **afname** van nutriënten en toename van de helderheid) voor kranswieren te constateren (Doef et al., 1996) .

Over de strategie van maaien is nog het volgende te zeggen:

- Afvoeren **van** verwijderd **plantenmateriaal** is nuttig om hinder van rottend **plantenmateriaal** langs de oever te voorkomen.
- **Het meermalig** maaien van fonteinkruidvegetaties binnen een seizoen heeft tot gevolg dat deze vegetaties in de loop van het seizoen in een **moeilijkere** concurrentie positie komen ten opzichte van andere waterplanten. Het is waarschijnlijk dat aanwezige kranswieren voordeel daarbij hebben.
- Bepalend is of de **sleepmessen** zich boven of over de grond bewegen. Het voortbewegen van sleepmessen over de bodem heeft bovendien vertroebeling tot gevolg.

De watersportrecreant zal weinig last ondervinden van de dicht bij de bodem groeiende kranswieren.

riza

AANBEVELINGEN

In het algemeen wordt de diversiteit van de groep draad- en darmwieren vaak te kort gedaan door alle soorten te plaatsen onder de **verzamelnaam** "flab" (floating **alga** beds). In 1994 zijn reeds een aantal soorten draad- en darmwier op soort gebracht. Het verdient aanbeveling om het voorkomen van deze groepen waterplanten goed te volgen in de loop der jaren. Het is in ieder geval goed om tijdens de karteringen enige monsters van draad- en darmwieren (evenals kranswieren) te **verzamelen** en te conserveren. Zo kan, indien **noodzakelijk**, achteraf nog worden nagegaan welke soort aanwezig waren.

In de loop der tijden zijn bij de waterplantenkarteringen in de Binnenschelde verschillende **methodieken** (snorkelen, harken, luchtdia's) gebruikt. Het verdient aanbeveling om de methodiek van vegetatiekarteren te standaardiseren. In de bijlage staan de verschillende **methodes** beschreven met de voor- en **nadelen**. Op grond de daar genoemde **voordelen** van de harkmethode wordt voorgesteld om naast luchtkartering, de harkmethode te gaan gebruiken. De in 1994 toegepaste methodiek blijkt in de praktijk reproduceerbaar (Hector et al., 1993; Doef et al., 1994), en dient bij voorkeur op een vergelijkbaar tijdstip in het groeiseizoen te worden uitgevoerd. De piek van de watervegetatie kan per soort, per seizoen en per lokatie verschillen. Het is goed om te weten wanneer de piek van de watervegetatie (liefst per soort) is, om zodoende mogelijk de karteringsgegevens te corrigeren (zie ook Doef et al., 1994).

Voorwaarde voor een betrouwbare **waarneming** is, dat de vegetatie voor minimaal 50% van haar **maximale** bedekking ontwikkeld is. Het begin en de duur van de periode waarin dit het geval is, zijn **soort-afhankelijk** en nansen verder **samen** met onder meer de **weersomstandigheden** in het late voorjaar. In de praktijk geldt globaal dat vanaf eind juni tot half augustus gekarteerd kan worden. **Egale** bewolking, **matige** neerslag en temperatuur beïnvloeden de kartering niet. Echter bij een windkracht groter dan 4-5 Beaufort neemt de betrouwbaarheid van de **waarnemingen** zo sterk **af**, dat karteren dikwijls geen zin meer heeft. Natuurlijk is de invloed van de wind in sterke mate afhankelijk van de strijklengte. De meest betrouwbare opnamen kunnen worden verricht bij windstil geheel onbewolkt of **egaal** bewolkt weer.

Voor het berekenen van de bedekte oppervlakten en het produceren van verspreidingskaarten (totale watervegetatie en per soort) is het verwerken binnen **GIS** wenselijk. Indien een goede basiskaart beschikbaar is, kunnen dan met weinig **moeite** verspreidingskaarten van de waterplanten gemaakt worden.

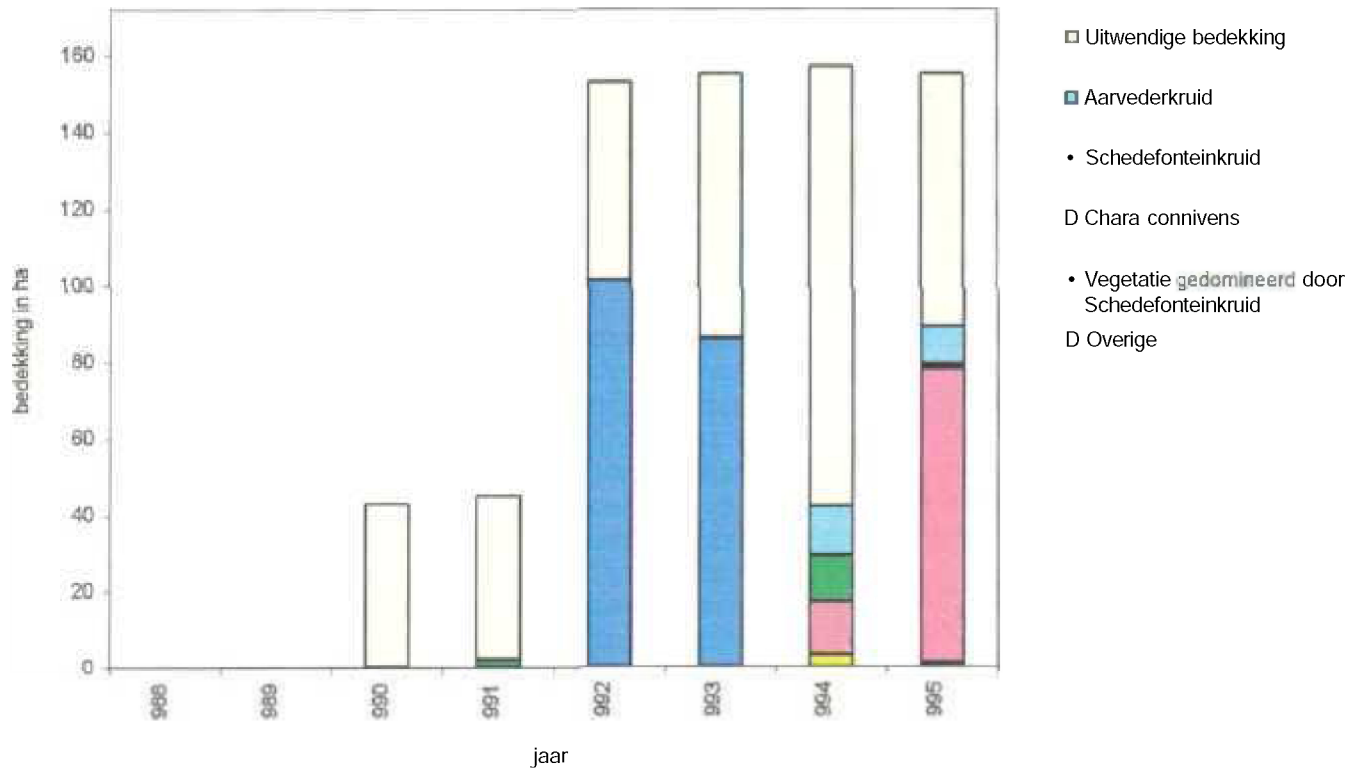
riza

LITERATUUR

- Balm, A., & P. Boers, 1989. Onderzoek naar de fosfaatnalevering door de bodem van de Binnenschelde. **RIZA-Notitie** 89.083X.
- Bloemendaal, F. & J. Roelofs (red.), 1988. Waterplanten en waterkwaliteit. Uitgaven KNNV, Utrecht.
- Broeders, 1994. Voortgangsrapportage waterbeheer Binnenschelde 1994. Hoogheemraadschap West-Brabant.
- Dam, E.M. van, 1994. Waterplanten in het **Volkerak-Zoommeer** in 1993. RIZA werkdokument 94.091X, Lelystad.
- Dam, E.M. van, 1995. Waterplanten in het Volkerak-Zoommeer in 1994. RIZA werkdokument 95.046X, Lelystad.
- Doef, R.W., A.J.M. Smits & F.C.M. Kerkum, 1991. Water- en oeverplanten in het **IJsselmeergebied** (1987-1989). RIZA nota 90.015, Lelystad.
- Doef, R.W., H. Coops, M.L. Streekstra & L.H.C.A. Hector, 1994. Waterplanten in het Wolderwijd en het Veluwemeer (1990-1993). RIZA nota 94.046, Lelystad.
- Doef, R.W., H. Coops & M.S. van den Berg, 1996. Voorkomen van kranswieren in het IJsselmeergebied. RIZA werkdok. 96.126X.
- Griffioen, A., & C. Breukers, 1996. Water-, fosfaat- en stikstofbalansen van het **Volkerak-Zoommeer** in 1994. **RIZA-werkdokument** 95.195X
- Hector, L.H.C.A., E.R.F. van der Goes & G.D. Butijn, 1993. Kartering waterplanten IJsselmeergebied. Opzet en methodiek. Werkdocument Directie Flevoland Nr.8ANM/ANW, Lelystad.
- Klinge, M. & J. Kamp, 1995. Bemonstering van de visstand in de Binnenschelde in 1994. Witteveen en bos i.o.v. Hoogheemraadschap West-Brabant.
- Luttmer, W.J., 1992. **Nutriëntennaleveringsexperimenten** 1989-1990. **RIZA-werkdok.** 92.131X.
- Raam, J.C van & E.X. Maier, 1992. Overzicht van de Nederlandse kranswieren. Gorteria 18 (1992) pag. 111-118.
- Redelijkheid M. de, 1989. Handleiding voor het digitatiseren en analyseren van waterplantkaarten. RIZA werkdokument 89.036, Lelystad.
- Van den Berg, M.S., 1993. Kranswieren in de **Randmeren**: onderzoek naar kiem- en groeibepalende factoren. RIZA werkdokument 93.140X, Lelystad.
- Van den Berg, M.S., R.W. Doef, F.M. Zant & H. Coops, 1996. Kranswieren, helder water en macrofauna in de **Veluwerandmeren**. De Levende Natuur, in druk.
- Van den Hark, M.H.C, & C.W Iedema, 1991. Eindrapportage beheer Binnenschelde. RWS Dir. ZLD Nota AX 91.047.
- Van den Hark, M.H.C, & C.W Iedema, 1992. Voortgangsrapportage Binnenschelde **1991**.
- Van den Hark, M.H.C, 1993. Voortgangsrapportage Binnenschelde 1992. RIZA nota 93.031.
- Weeda, E.J., R.Westra, Ch. Westra & T. Westra, 1987. Nederlands oecologische flora, **wilde** planten en hun relaties 2. Instituut voor **natuurbeschermingseducatie** in samenwerking met VARA en **VEWIN**, Amsterdam.
- Weeda, E.J., R.Westra, Ch. Westra & T. Westra, 1991. Nederlands oecologische flora, wilde planten en hun relaties 4. Instituut voor natuurbeschermingseducatie in samenwerking met VARA en **VEWIN**, Amsterdam.

BIJLAGE 1: Bedekking watervegetatie Binnenschelde 1988-1995

WATERVEGETATIE BINNENSCHDELDE
1988-1995



BIJLAGE 2: Berekening verwijderde voedingsstoffen dmv maaien

1995:

122 m³ waterplanten vers, bij aanname dat 1m³ 400 kg weegt (dit is sterk afhankelijk van het aanhangende water en de pakdichtheid van de geoogste waterplanten): $122 \times 400 \text{ kg} = 48800 \text{ kg}$ totaal versgewicht.

Voor bovengrondse delen van Schedefonteinkruid is het percentage van drooggewicht en versgewicht $(7.17/84.16 =) 8.52$. (Doef et al., 1994 bijlage 4). 8.52% van $48800 \text{ kg} = 4158 \text{ kg DW}$

De percentages Koolstof (C) en Stikstof (N) en Fosfaat (P) van het drooggewicht van de bladeren en Stengels van ondergedoken waterplanten zijn respectievelijk 35.91%, 2.56% en 0.30%.

In 1995 zou dus 1493 kg C, 106 kg N en 12,5 kg P verwijderd zijn.

1994:

In 1994 is 1730 m³ verwijderd dus $1730/122 = 14.18$ maal zoveel.

Dus 21171 kg C, 1503 kg N en 177 kg P.

Gebaseerd op de waterbalans van de Binnenschelde voor het jaar 1994 (Meier, 1995), ziet de fosfaatbalans er als volgt uit:

IN	IN (water*[P])	IN (kgP)	UIT	UIT (water*[P])	UIT (kgP)
Neerslag	$1,48 \times 0,08$	118	Verdamping	$1,32 \times 0,00$	0
Inlaat	$0,39 \times 0,10$	39	Uitlaat en wegzijging	$0,54 \times 0,12$	65
Kwel	$<0,01 \times 0,06$	0,6			
TOTAAL		158			65

Zomergemiddeld fosfaatgehalte Zoommeer in 1994.

Griffioen & Breukers, 1996.

BIJLAGE 3: Veldkartering: snorkelen of harken?

De definitie van bedekking: "verticale projectie van alle plantedelen **tezamen** op het **bodemoppervlak**" wordt bij waterplanten in het veld wel eens moeilijk toepasbaar door beperkt doorzicht door de **waterkolom**. In troebele wateren waar **bodemzicht** ontbreekt, is een hark een **onmisbaar hulpmiddel**. In heldere wateren kan gesnorkeld worden of een onderwaterkijker gebruikt **worden**.

Voordelen van snorkelen (methode Volkerak-Zoommeer 1993: van Dam , 1993), ten opzichte van harken (methode Veluwemeer: Hector et *al.*, 1993; Doef et *al.*, 1994) :

- de kans dat bij de **snorkelmethode** de kleinere en minder algemeen voorkomende ondergedoken waterplanten aangetroffen worden is groter.
- er is goed onderscheid te maken tussen vastzittende en toevallig rondrijvende planten

Nadelen van snorkelen (methode Volkerak-Zoommeer 1993), ten opzichte van harken (methode Veluwemeer 1993):

- de methode is zeer arbeidsintensief zodat er weinig lokaties bemonsterd kunnen worden.
- er bestaat een grote kans dat de keuze van de snorkellokaties niet representatief is voor de verspreiding van de (soorten) waterplanten en lokaties waar juist geen planten staan.
- vanwege het geringe aantal **monsterlokaties** is de kartering niet gebiedsdekkend, zodat geen verspreidingskaarten (in **GIS**) van een **compleet** gebied gemaakt kunnen worden. Dit kan wel met de harkmethode. Met de in **GIS** opgeslagen gegevens kunnen diverse berekeningen en vergelijkingen gemaakt worden (bv. diepte en **biomassa-gegevens**).
- niet iedereen is inzetbaar voor **snorkelwerkzaamheden**
- voor snorkelen is helder water noodzakelijk, harken kan zowel in helder als in troebel water toegepast worden.
- het monsterpunt ligt per lokatie vast, maar de grootte en de richting waarin het proefvlak gekozen wordt is **subjectief**.
- in dichte vegetaties is het moeilijk om snorkelend een overzicht van de vegetatie te krijgen.
- met de harkmethode zijn dikwijls zijn uitgestrekte vegetatieloze gebieden of gebieden met een **monotome** vegetatiestructuur zeer snel te karteren, zonder dat intensief geharkt hoeft te worden.

Bedekkingen schatten van waterplanten is vooral een zaak van ervaring en overleg over de te volgen methodiek.