



Floristische veranderingen en beheersmaatregelen in de veenplas Botshol

J. Simons,
R. Daalder,
M. Ohm &
W.J. Rip

De Botshol is een relatief klein plas- en moerasgebied, in beheer bij de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland. Het is een van de Noordelijke Vechtplassen waar beheersmaatregelen, zoals defosfatering van inlaatwater, moeten leiden tot herstel van de bijzondere biologische waarde.

Dit artikel beschrijft het proces van de geleidelijke floristische verarming sinds de zestiger jaren tot heden en geeft prognoses voor herstel. Omdat in de Botshol ten tijde van de in 1989 genomen maatregelen nog een vrij grote verscheidenheid aan soorten en levensgemeenschappen voorkwam en deze daarmee nog niet in een eindstadium van eutrofiëring verkeerde, zijn de verwachtingen hoopvol gestemd.



Foto 1. *Chara globularis* (6.4 x). Het langwerpige flesvormige orgaan is het oogonium met de eicel; het ronde bolletje aan de basis daarvan is het antheridium dat spermatozoiden produceert.

Chara globularis (6.4 x), with the oblong oogonium and at its basis the rounded antheridium.

Foto 2. *Najas marina* (1.6 x). Detail van een knoop met bladeren, gefixeerd in alcohol.

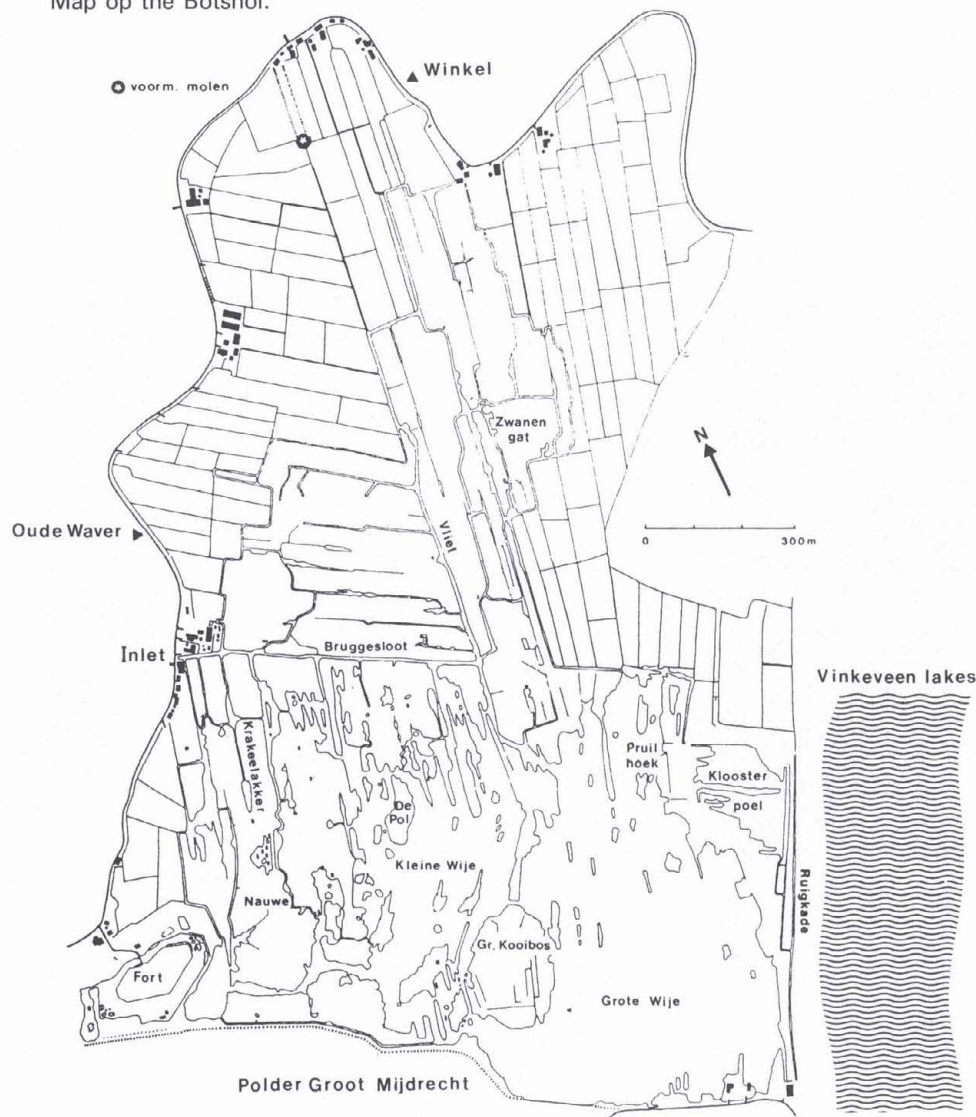
Najas marina (1.6 x). Detail with some leaves (alcohol fixation).



De Botshol was vanouds bekend om het bijzondere hydrobiologische karakter dat zich onder meer uitte in het rijke voorkomen van kranswieren (foto 1) en een zeldzame waterplant als Groot nimfkruid (*Najas marina*) (foto 2). Het belang van kranswieren als indicatoren voor een goede waterkwaliteit is algemeen erkend (Krause, 1981). Ook de vogelstand was bijzonder met belangwekkende soorten als Krooneend (*Netta rufina*) en Wouwaapje (*Ixobrychus minutus*).

Vanaf eind zestiger jaren tot heden is een geleidelijke verarming te constateren in de soortenrijkdom van de aquatische levensgemeenschappen. Het proces van deze verarming is met name betreffende kranswieren en waterplanten gedetailleerd vastgelegd. Deze achteruitgang ging evenwel niet gepaard met duidelijke veranderingen in gemeten parameters betreffende de waterkwaliteit. Dit illustreert het feit dat organismen een belangrijke signaalfunctie

Fig. 1. Kaart van de Botshol met enige plaatsaanduidingen.
Map of the Botshol.



Wije (fig. 1). Het gebied omvat verder petgaten, legakkers met hier en daar een goed ontwikkeld veenmos-rietland, poelen en sloten. Het praktisch beheer van de rietlanden berust bij de heer Verweij van boerderij Janshof gelegen bij het gemeen aan de Oude Waver aan het begin van de Bruggesloot.

Waterhuishouding

In de Botshol schommelde het waterpeil tussen -2,45 en -2,60 m NAP. De voormalige veenriviertjes Oude Waver en Winkel die de polder aan resp. de westzijde en noordzijde begrenzen, hebben een streefpeil van -0,40 m NAP. De Vinkeveense Plassen aan de oostkant liggen op -2,15 m NAP. In het zuiden wordt de Botshol begrensd door de droogmakerij polder Groot Mijdrecht met het lage niveau van -6,60 m NAP.

In de waterbalans van het plasgebied waren de belangrijkste posten van watertoevoer de neerslag, de inlaat vanuit de Oude Waver en uitslagwater van het aangrenzende agrarische gebied. Kwel vanuit de boezem is van ondergeschikt belang. De belangrijkste uitlaatposten zijn de verdamping en vooral de wegzijging naar de diepe polder Groot Mijdrecht. Meestal werd alleen 's winters water uitgeslagen door een gemaal op de Oude Waver.

Waterkwaliteit

Tabel 1 geeft enkele waarden van parameters betreffende het water van de grote plassen, zoals bepaald in 1988.

kunnen hebben ten aanzien van zich zeer geleidelijk voltrekkende milieuveranderingen. De geconstateerde veranderingen in de soortensamenstelling van de levensgemeenschappen duiden op eutrofiëring.

In het kader van integraal waterbeheer zijn recent (1989) door de Provincie Utrecht maatregelen getroffen om het eutrofiëringsproces te stoppen. De belangrijkste maatregelen zijn defosfatering van het inlaatwater en waterstaatkundige scheiding tussen het natuurgebied en het aangrenzende agrarische weilandgebied.

De situatie tot 1989

Het natuurgebied Botshol, aan de oostkant grenzend aan de Vinkeveense Plassen, is in de 18e eeuw ontstaan door vervening. Daardoor zijn twee relatief grote plassen ontstaan: Grote Wije en Kleine

pH	6,9 - 8,5
EGV ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)	1384 - 2390
Cl^- ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	369 - 508
Ca^{2+} ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	78,6 - 115
Kjeldahl N ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	1,47 - 1,65
Totaal-P ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	0,005 - 0,052
Zichtdiepte (in de zomer; m)	1,00 - 2,10
Chlorophyll-a ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	3 - 18

Tabel 1. De minimale en maximale waarden van enkele fysische en chemische karakteristieken van het water van de Grote en Kleine Wije in 1988. De getallen van de chemische parameters zijn gebaseerd op metingen van drie punten over twee tijdstippen in zomer en winter (Daalder & Ohm, 1988 en gegevens Provincie Utrecht).
Some physico-chemical parameters of the lake areas Grote and Kleine Wije in 1988.

	1969-1974	1975-1980	1988
totaal-P ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	0,08	0,13	0,05
NO_3^- ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	0,18	0,25	0,21

Tabel 2. Jaargemiddelde van enkele nutriënten in verschillende periodes voor de Grote Wije (gegevens Provincie Utrecht).
Mean year values of total P and NO_3^- during different periods in the lake Grote Wije.



	Totaal-P (mg.g ⁻¹ droog sediment)	% organische stof
Oude Waver	3,22	12,6
Begin Bruggesloot	7,64	36,8
Krakeelakkersloot	1,24	52,5
Ingang Kleine Wije	0,40	52,0
Kleine Wije	0,30	33,8
Grote Wije	0,35	41,3

Tabel 3. Totaal-P gehalte in sediment en percentage organische stof op enkele plaatsen in de Botshol en de Oude Waver (Van de Wijngaard, 1981).

Total P-content in the sediment and percentage of organic material at some sites in the Botshol and in the rivulet Oude Waver.

Een zout-gradiënt, veroorzaakt door de inlaat van sterk brak water, was vooral in droge zomers aanwezig verlopend vanaf het inlaatpunt vanuit de Oude Waver in ZO-richting naar de Grote Wije. Zo was in augustus 1988 het EGV bij het inlaatpunt 4000, en in de ZO-hoek van de Grote Wije 2070 ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$).

Gegevens over het nabije verleden zijn samengevat in tabel 2. Deze laten zien dat er weinig variatie in het NO_3 -gehalte was, terwijl daarentegen het P-gehalte aan het eind van de jaren 70 bijna drie maal zo hoog was als aan het eind van de jaren 80.

Helaas zijn er te weinig gegevens over het chlorophyll-a gehalte over de periode 1975-1980. In deze periode werden ook enkele malen zeer geringe zomer-zichtdiepten (26-40 cm) in de Grote Wije gemeten, hetgeen door Hillebrand (1987) in verband gebracht wordt met gierlozingen. In de periode 1980-1988 lijkt de situatie verbeterd en gestabiliseerd te zijn, met zichtdiepten meestal tussen 1 en 2 m op Kleine en Grote Wije.

Het inlaatwater van de Oude Waver dat voor een groot deel afkomstig is uit de polder Groot Mijdrecht is brak ($\text{Cl}^- > 1000 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), ijzer- en voedselrijk. Het zilte en ijzertrijke karakter van dit water heeft te maken met de sterke kwel in deze diepe polder. Omdat het inlaatwater eerst terecht komt in het moeras- en slotengebied bij de Bruggesloot, is het aannemelijk dat de invloed van dit vervuilde water op de grote plassen beperkt is gebleven. Van belang is ook het hoge ijzergehalte van het inlaatwater waardoor fosfaat vastgelegd wordt en naar de bodem zinkt.

Bodem en sediment

De bodem van de plassen bestaat uit venige klei die meer of minder zandig kan zijn. Op rustige plaatsen bezinkt slib.

Metingen van o.a. fosfaat en organische stof (Van de Wijngaard, 1981) wezen uit dat de hoogste P-waarden volgens verwachting gemeten werden in het gebied rond de Bruggesloot. Tabel 3 geeft enkele gemeten waarden weer.

Er werd geen verband gevonden tussen de hoeveelheid organische stof en het fosfaatgehalte. Het ijzergehalte van het sediment blijkt volgens gegevens van de Provincie Utrecht uit 1988 ook in het Bruggeslootgebied het hoogste te zijn (72-93 $\text{mg Fe} \cdot \text{g}^{-1}$ droge stof, volgens Rip & Everards, 1990), hetgeen overeenkomt met de eerder genoemde verwachting.

De plankton-gemeenschap

De eerste gedocumenteerde waarnemingen betreffende planktonische algen zijn van Mur (1976) over de situatie van 1962. Hij spreekt over een plankton dat rijk is aan Goudwieren (Chrysophyceae), met o.a. *Dinobryon divergens*, *Chrysococcus minutus* en *C. biporus* en aan Pantserwieren (Dinophyceae), met o.a. *Ceratium hirundinella* en *Peridinium borgei*. Laatstgenoemde soort wordt als een zeldzame brakwater-indicator beschouwd. Blauwwieren zijn in die tijd nog van weinig belang. Genoemd worden *Gomphosphaeria aponina* en *Microcystis aeruginosa*.

Twintig jaar later stelden Bijwaard en Timmerman (1982) vast dat de soortensamenstelling verschoven was van een dinoflagellaten-type naar een type met veel groen- en blauwwieren. Bij de groenwieren betreft dit veel chlorococcale soorten (o.a. veel *Scenedesmus* soorten) en bij de blauwwieren veel *Gomphosphaeria lacustris*, *Microcystis aeruginosa* en *Anabaena* sp. Dit duidt op eutrofiëring sinds 1962.

In 1987 werd het plankton nogmaals uitvoerig bestudeerd door Bos & Meekel (1988). Zij vinden opvallend veel kleine algen (nanoplankton), veel

diatomeeën, en af en toe blauwwierbloei (*Anabaena* spp.). Ook *Microcystis aeruginosa* komt vaak voor. Onderzoek naar groei - limiterende factoren wees uit dat P in het voorjaar groeibeperkend is, en dat later in het seizoen een verschuiving optreedt naar N-bepierking.

Waterplanten en kranswieren in de periode 1949-1988

Submerse macrofyten hebben qua biomassa in Botshol nooit een grote rol gespeeld. Mogelijk is dit toe te schrijven aan het zwak brakke karakter van het gebied. In het nabije verleden is het voorkomen van waterplanten en kranswieren gedetailleerd vastgelegd, hetgeen een unieke gelegenheid biedt om veranderingen te kunnen interpreteren.

In de eerste wetenschappelijke beschrijving (Westhoff, 1949) wordt voor Grote en Kleine Wije dominantie van *Chara hispida* (= *C. major*) vermeld, terwijl *Najas marina* hoge abundanties bereikt. Als begeleidende kranswieren worden genoemd: *Chara aspera*, *C. globularis*, *C. vulgaris* en de zeldzame *Nitellopsis obtusa* (vooral in de Grote Wije). *N. obtusa* vormt zg. zetmeelsterren voor vegetatieve voortplanting, vandaar de naam Sterkranswier (Van Raam & Maier, 1989). Deze zijn een voedselbestanddeel van krooneenden.

Een latere gedetailleerde beschrijving is van Vroman (1976) van de situatie in 1967-1969. Hieruit blijkt dat *Najas marina* dan nog algemeen is, m.n. in de Kleine Wije (fig. 2a). Bronmos (*Fontinalis antipyretica*) komt verspreid voor in de grote plassen (fig. 3a). *Nitellopsis obtusa* is zeer algemeen (fig. 4a). Andere kranswieren zijn *Chara aspera*, *C. contraria*, *C. globularis* en *C. hispida*. Behalve *C. hispida* die algemeen is over de gehele Kleine Wije komen deze soorten verspreid voor langs de oevers van de grote plassen. De op slibrijke bodems levende draadalg *Vaucheria dichotoma* is talrijk, m.n. in de Kleine Wije.

Ongeveer 12 jaar later werd opnieuw een inventarisatie gemaakt (Van de Wijngaard & Zloch, 1981). Toen bleek dat het massale voorkomen van kranswieren verleden tijd was. *Nitellopsis obtusa* was verdwenen uit de Kleine Wije en *Najas marina* was sterk achteruitgegaan. Daarentegen werd een sterke toename geconstateerd van Bronmos en *Vaucheria dichotoma*.

Recente karteringen werden uitgevoerd in 1987 en 1988 door Daalder &



Fig. 2a. Verspreidingspatroon van *Najas marina* eind zestiger jaren (naar Vroman, 1976); 2b. Verspreiding van *Najas marina* in 1987 (naar Daalder & Ohm, 1987).

Distribution pattern of *Najas marina* at the end of the years sixty (2a), and in 1987 (2b).

Legenda:

- ⊗ : één of enkele exemplaren;
- ▨ : tot 50% bedekking;
- ▩ : 50-80% bedekking;
- : > 80% bedekking.

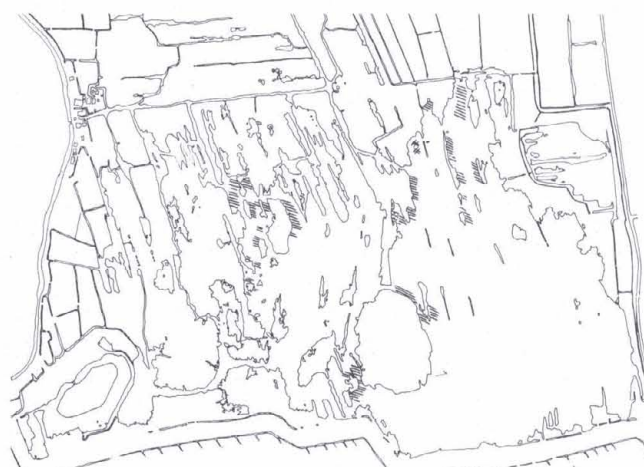
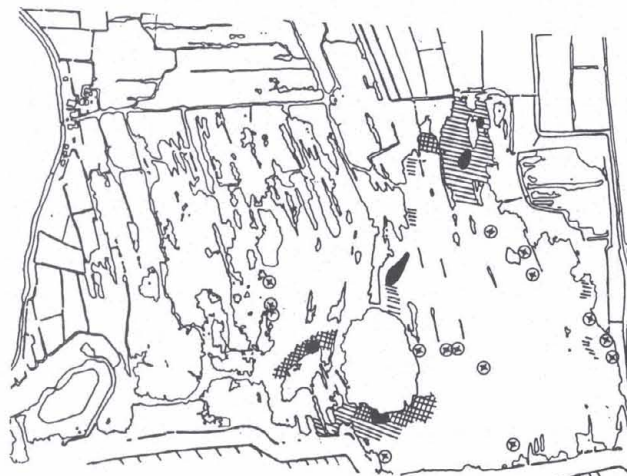


Fig. 3a. Verspreidingspatroon van Bronmos (*Fontinalis antipyretica*) eind zestiger jaren (naar Vroman, 1976); 3b. Verspreiding van Bronmos (*Fontinalis antipyretica*) in 1987 (naar Daalder & Ohm, 1987).

Distribution pattern of *Fontinalis antipyretica* at the end of the years sixty (3a), and in 1987 (3b).

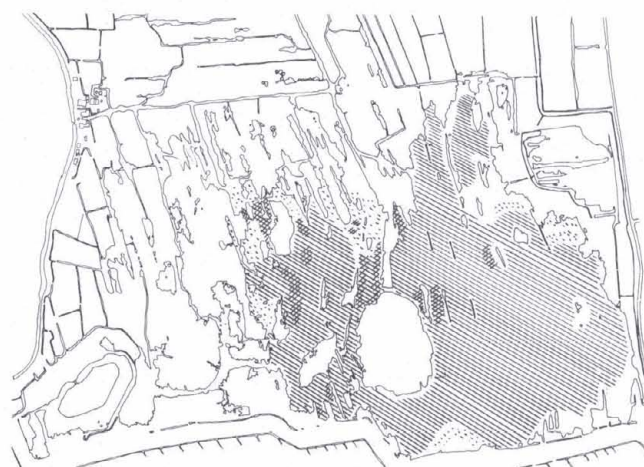
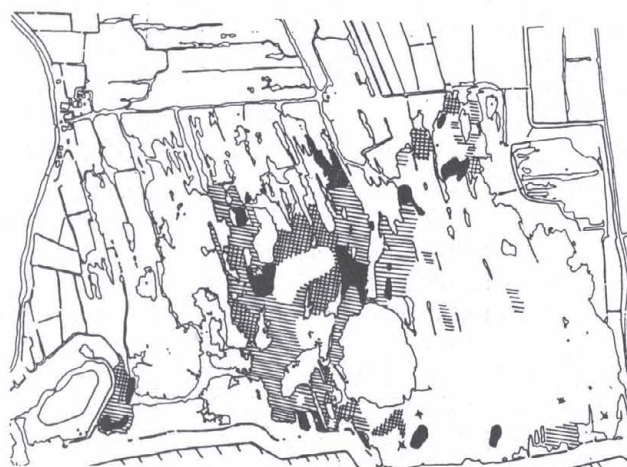
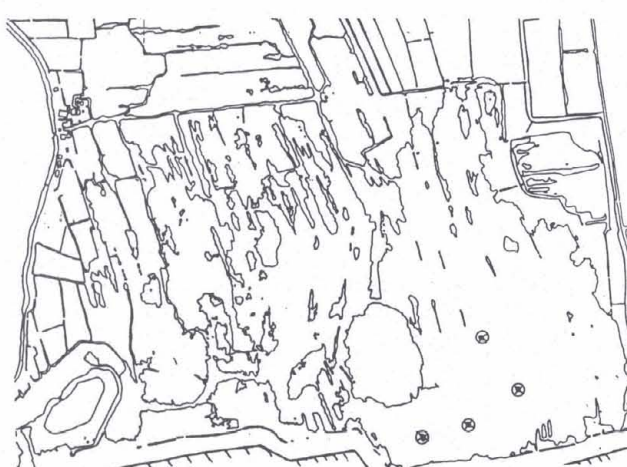


Fig. 4a. Verspreidingspatroon van *Nitellopsis obtusa* eind zestiger jaren (naar Vroman, 1976); 4b. Verspreiding van *Nitellopsis obtusa* in 1987 (naar Daalder & Ohm, 1987).

Distribution pattern of *Nitellopsis obtusa* at the end of the years sixty (4a), and in 1987 (4b).





Ohm. Hieruit blijkt dat de situatie sinds 1980 niet wezenlijk veranderd was. *Chara globularis* is nu het enige kranswier dat nog in redelijke mate voorkwam vooral op enkele plaatsen in de Grote Wijde, terwijl *Nitellopsis obtusa* eigenlijk niet meer te vinden was (fig. 4b). Sterke achteruitgang van *N. obtusa* is ook van andere eertijds rijke standplaatsen bekend (Van Raam & Maier, 1989). Van deze soort is een sterke toename geconstateerd vanaf het begin van deze eeuw tot ca 1940, hetgeen in verband gebracht wordt met toenemende fosfaatconcentraties. Na 1970 is het Sterkranswier overal sterk achteruit gegaan tot nog slechts drie groeiplaatsen in 1985 (Naardermeer, Loenerveense Plas en Botshol). Waarschijnlijk geldt hier dat watervertroebeling de eerst verantwoordelijke factor van achteruitgang is.

Dat *Chara globularis* de soort is die zich het langst wist te handhaven, is in overeenstemming met de literatuur (Krause, 1981). Deze soort komt nl. over een nogal breed traject van standplaats-typen voor evenals *Chara vulgaris*. Deze twee soorten blijken ook nog in vrij veel poldersloten aanwezig te zijn. Waarschijnlijk is het verdwijnen van de andere kranswieren niet een direct gevolg van hogere fosfaatgehalten, maar eerder van afgenomen lichtinstraling in het water (Blindow, 1988). De slechtere lichtomstandigheden in het water worden echter veroorzaakt door meer plankton, dat toeneemt door de aanwezigheid van meer fosfaat.

Najas marina heeft zich op een viertal plaatsen in redelijke mate weten te handhaven (fig. 2b). Dit Groot nimfkruid staat bekend als een facultatieve halophyt (zoutplant), hetgeen het voorkomen in Botshol mede kan verklaren. Ook is bekend dat deze soort bij zeer lage lichtintensiteiten kan groeien (Agami et al., 1980). Er wordt een compensatiepunt voor fotosynthese vermeld van slechts $5 \mu\text{E} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$. Lichtmetingen in 1988, gecombineerd met de diepte (gemiddeld 120 cm) waarop *Najas* voorkomt in Botshol, wijzen uit dat de lichtwaarde op die diepte ($10\text{--}60 \mu\text{E} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$) voldoende bestaansmogelijkheid geeft voor deze plant. Onzeker is echter in welke mate dit voldoende is voor bloei en zaadvorming. Recent wordt nl. nauwelijks zaadvorming waargenomen.

Naast afname van soorten is er ook toename van enkele soorten te constate-

ren, hetgeen met eutrofiëring in verband staat. Zo breidde de dikdradige coenocytische draadalg *Vaucheria dichotoma* zich tot 1988 fors uit op rustige plaatsen met slib-bezinking. Deze alg komt ook massaal voor in poldersloten. Ook Darmwier (*Enteromorpha intestinalis*) kwam op veel oeverplaatsen massaal voor. Deze soort zien we ook vaak in zeer voedselrijke sloten.

Opvallend is verder het zeer massale voorkomen van Bronmos (fig. 3b), vooral in de Kleine Wijde. Dit lijkt op het eerste gezicht vreemd, omdat bekend is dat deze soort voor de fotosynthese voornamelijk CO_2 gebruikt (Maberly & Spence, 1983). Het water van de Botshol is echter hard en kalkrijk waardoor koolstof overwegend als bicarbonaat (HCO_3^-) is opgelost. Volgens J.G.M. Roelofs (persoonlijke mededeling) kan een verklaring zijn dat de waterlaag direct boven het sediment relatief veel CO_2 bevat dat vrij zou komen door microbiële decompositie van organisch materiaal in sterk reducerende omstandigheden.

Samenvattend kunnen drie periodes onderscheiden worden: 1. tot ± 1965 : rijke fase met veel *Nitellopsis obtusa*, vijf *Chara*-soorten en veel *Najas marina*, 2. ± 1965 – ± 1980 : periode van sterke achteruitgang; nagenoeg verdwijnen van *Nitellopsis obtusa* en vier *Chara*-soorten; sterke toename van Bronmos en *Vaucheria dichotoma* en 3. ± 1980 –1988: stabilisatie/licht herstel; *Chara globularis* en *Najas marina* hebben zich gehandhaafd; *Vaucheria* en Bronmos zijn op veel plaatsen massaal aanwezig, maar breiden zich niet verder uit.

Restauratiemaatregelen

De geschetste veranderingen in samenstelling van de waterplantenvegetaties en het fytoplankton zijn duidelijke indicaties van eutrofiëring en hebben geleid tot maatregelen om verdere verslechtering tegen te gaan (Rip et al., 1989).

In het kader van integraal waterbeheer is de Botshol uitgekozen als een van de proefprojecten voor integrale eutrofiëeringsbestrijding. Inmiddels zijn de volgende maatregelen uitgevoerd.

Defosfatering van het Oude Waver inlaatwater met minimaal 70% P-reductie. De installatie bevindt zich op het oude inlaatpunt, o.a. om de zoutgradiënt te handhaven. De defosfatering gebeurt op chemische wijze met toevoe-

ging van een ijzerchloride-oplossing. Zo ontstaat een stabiele ijzer-fosfaatvlok die bezinkt in enkele petgaten in de NW-hoek in het moerasgebied direct ten zuiden van de Bruggesloot (Krakeelakker). Met deze maatregel die in 1989 gereed kwam, wordt de totale fosfaatbelasting teruggebracht van ca 0,6 naar ca 0,1 g P.m⁻² open water per jaar.

Peilscheiding tussen het natuurgebied en het noordelijk aangrenzende agrarische gebied dat rechtstreeks bemalen wordt. Het natuurgebied krijgt ook een hoger peil dan de agrarische gronden, in dit geval doordat in het natuurgebied eenzelfde zomer- en winterpeil ($-2,45$ m NAP) wordt gehandhaafd dat gemiddeld ongeveer 20 cm hoger is dan het aangrenzend agrarische gebied. Het hogere en meer constante waterpeil van het natuurgebied is ingesteld om verdroging en verzuivering van de rietlanden tegen te gaan. Bovendien kan in tijden van neerslagoverschot het waterpeil iets opgezet worden (buffervorming), zodat minder inlaatwater nodig is.

Toekomst

De verwachting is dat effecten in dit gebied snel kunnen optreden. De eutrofiëring is namelijk nog niet zover voortgeschreden dat er in de grote plassen geen waterplanten en kranswieren meer zijn. Tevens blijkt er nog niet veel fosfaat in het sediment te zijn vastgelegd. Veranderingen in de planktonsamenstelling, epifytische algen, kranswieren en waterplanten kunnen goed geconstateerd worden, omdat de uitgangssituatie nauwkeurig is vastgelegd. Een van de belangrijkste vragen is of, en zo ja, in welke samenstelling de kranswierengemeenschap terugkomt.

Signalen van verandering in gunstige richting waren er reeds vlak na de maatregelen in de zomer van 1989, nl. een grotere zichtdiepte (tot 230 cm op Grote Wijde, tegen max. 140 cm in 1988) en toename van kranswieren in bedekking en aantal soorten (*Chara hispida* en *C. connivens*). Een snelle reactie vertoonde de op het sediment groeiende draadalg *Vaucheria dichotoma*, die op de meeste plaatsen van Grote en Kleine Wijde drastisch afgenomen of verdwenen was. De vitaliteit van *Najas* leek toegenomen te zijn en op verscheidene plaatsen werd degeneratie en afname van Bronmos geconstateerd. In 1990 lijkt deze verbetering zich door te zetten met een verdere toename van kranswierbe-

dekking en het verschijnen van *Chara aspera* en *C. contraria* (fig. 5). Het totaal-P gehalte nam af tot gemiddeld 0,027 mg.l⁻¹ op Grote en Kleine Wije.

Onderzoek dat zeker nog enkele jaren moet lopen, zal uitwijzen in hoeverre dergelijke veranderingen structureel zijn, en in welke richting het ecosysteem zich zal ontwikkelen. In elk geval kan dit onderzoek onze kennis over dynamiek en flexibiliteit van waterplanten en kranswieren vergroten, hetgeen belangrijk is voor de praktijk van het waterbeheer.

Literatuur

- Agami, M., S. Beer & Y. Waisel, 1980. Growth and photosynthesis of *Najas marina* as affected by light intensity. *Aquatic Botany* 9: 285-290.
- Blindow, I., 1988. Phosphorus toxicity in *Chara* (short communication). *Aquatic Botany* 32: 393-395.
- Bos, M. & J. Meekel, 1988. Botshol 1987: een inventariserend en oecologisch gericht plankton-onderzoek. Intern rapport, Vakgroep Oecologie & Oecotoxicologie, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Bijwaard, P. & E. Timmerman, 1982. Botshol; een biologische waterbeoordeling. Intern rapport, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Daalder, R. & M. Ohm, 1987. Waterplanten- en algeninventarisaties in de Botshol, 1987. Intern rapport, Vakgroep Oecologie & Oecotoxicologie, Vrije Universiteit, Amsterdam en Provincie Utrecht.
- Daalder, R. & M. Ohm, 1988. Waterplantenonderzoek in de Botshol, 1988. Intern rapport, Vakgroep Oecologie & Oecotoxicologie, Vrije Universiteit, Amsterdam en Provincie Utrecht.
- Hillebrand, H., 1987. De eutrofiëring van de Botshol. Hoogwoud, Wetenschappelijke Mededeling KNNV nr. 182.
- Krause, W., 1981. Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. *Limnologica*, Berlin 13: 399-418.
- Maberly, S.C. & D.H.N. Spence, 1983. Photosynthetic inorganic carbon use by freshwater plants. *Journal of Ecology* 71: 705-724.
- Mur, L.R., 1976. Enige gegevens omtrent het plankton van de Botshol. In: De Noordelijke Vechtplassen. Stichting Commissie voor de Vecht en het Oostelijk en Westelijk Plassen-gebied. Vlaardingen: 347-359.
- Raam, J.C. van & E.X. Maier, 1989. Nederlandse kranswieren 1. Sterkranswier (*Nitellopsis obtusa* (Desv.) J. Groves). *Gorteria* 15: 108-118.
- Rip, W.J., J.W. Pluim & J. Simons, 1989. Integrale eutrofiëeringsbestrijding in het natuurgebied Botshol. In: Integraal waterbeheer in het Goois/Utrechts stuwwallen- en

plassengebied. 's-Gravenhage: 229-245.

Rip, W.J. & K. Everaards, 1990. Tussenrapportage begeleidend onderzoek integrale eutrofiëeringsbestrijding Botshol in 1988. Rapport Provincie Utrecht.

Vroman, M., 1976. De verspreiding van waterplanten in de Botshol. In: De Noordelijke Vechtplassen. Stichting Commissie voor de Vecht en het Oostelijk en Westelijk Plassen-gebied. Vlaardingen: 317-331.

Westhoff, V., 1949. Landschap, Flora en Vegetatie van de Botshol, Baambrugge.

Wijngaard, M.A., van de, 1981. Fosfaat, zink en kopermetingen aan slib, in het natuureservaat 'Botshol'. Intern rapport, Vrije Universiteit, Amsterdam.

Wijngaard, M. van de & H. Zloch, 1981. Botshol, 'n inventarisatie. Intern rapport, Vrije Universiteit, Amsterdam.

Fig. 5. Verspreidingspatroon van de kranswieren *Chara aspera*, *C. connivens*, *C. globularis*, *C. contraria*, *C. hispida* en *Nitella mucronata* in de zomer van 1990.

(*C. globularis/connivens*: deze soorten zijn bij afwezigheid van voortplantingsstructuren niet van elkaar te onderscheiden.) Distribution pattern of *Chara aspera*, *C. connivens*, *C. globularis*, *C. contraria*, *C. hispida* and *Nitella mucronata* in summer 1990.





Summary

Floristic changes in the peat lake Botshol in relation to management.

A review is given about the reduction in diversity of different aquatic communities in the nature reserve area Botshol, a shallow peat lake area in the province of Utrecht, The Netherlands. The decline in species richness was most pronounced in the characean community with a reduction from six species, among which *Chara hispida* and *Nitellopsis obtusa*, in 1969 till only one species (*Chara globularis*) in 1988.

The oligohaline macrophyte *Najas marina* also strongly declined. Some species as the coenocytic filamentous alga *Vaucheria dichotoma* and in particular the moss *Fontinalis antipyretica* have reached dominance at many localities.

The reduction in species diversity was accompanied by only minor changes in measured parameters. One of the reasons for this phenomenon may be the buffering capacity of the system of reed marshes and small ponds near the inlet of water from the strongly contaminated rivulet Oude Waver. Measures were taken to reduce the phosphorus load from 0,6 to 0,1 g P. m⁻² open water per year, by isolating the reserve area from the neighbouring agricultural pastures and reduction of phosphorus load of the inletwater.

The prognoses for recovery are optimistic on account of the fact that the system is relatively small and yet far away from a final stage of eutrophication. Positive signs were the increase of *Najas* and *Chara* with the reappearance of *Chara aspera*, *C. hispida* and *C. connivens* during the summers of 1989 and 1990, just after the restoration measures.

Dankwoord

Dank is verschuldigd aan Mevrouw D.H.M. Hoonhout voor het verwerken van de tekst, aan de heer C. Verweij voor zijn medewerking bij het veldwerk, en aan Prof. Dr. W.H.O. Ernst voor het kritisch doornemen van het manuscript.

Dr. J. Simons
Vakgroep Oecologie &
Oecotoxologie, Vrije Universiteit,
De Boelelaan 1087
1081 HV Amsterdam

Drs. R. Daalder &
Drs. M. Ohm
Bestevaerstraat 114,
1056 HD Amsterdam

Drs. W.J. Rip
Dienst Water en Milieu,
Bureau Oppervlaktewater,
Provincie Utrecht,
Postbus 80300, 3508 TH Utrecht.

In memoriam

Prof. dr. J. J. Barkman

Op 14 september jl. is onverwacht in Schotland op 68-jarige leeftijd Prof. dr. J. J. Barkman overleden.

Prof. Barkman was een van de markantste Nederlandse botanici. Als specialist op het gebied van onder meer cryptogamen, vegetatiestructuur, plantensociologie en microklimatologie was hij zonder twijfel de meest veelzijdige botanicus binnen Nederland. Zijn enorme parate kennis op zeer breed terrein, gepaard met een briljante geest en een niet aflatende interesse voor de meest uiteenlopende onderwerpen, maakte hem tot de unieke persoon die hij was. Ook voor De Levende Natuur was zijn brede kennis waardevol; illustratief hiervoor is wellicht zijn recente bespreking van Biogeografie, die uitmondde in een soort college!

Tallozen hebben college van Jan Barkman gehad, of leerden van zijn interrupties tijdens hun mocizaam geprepareerde voordrachten. Velen hebben genoten van zijn niet aflatende enthousiasme tijdens excursies in binnen- en buitenland, en hebben met hem over de meest uiteenlopende botanische onderwerpen gepraat, ook in de vele adviesgroepen of andere overlegorganen. Als begeleider van (18) promovendi was hij altijd bereid te helpen: daarbij kregen hoofd- en bijzaken vaak evenveel aandacht. Mijn eigen promotie-onderzoek in Zuid-Limburg interesseerde hem zeer, maar ik moest toch vooral niet vergeten ook minstens één nieuwe mossoort voor Nederland te vinden!

Wat was de betekenis van Jan Barkman voor het natuurbeheer? In een interview voor de Universiteitskrant van Utrecht, 3 jaar geleden bij zijn afscheid aldaar als hoogleraar, stelde hij dat zijn onderzoek in principe altijd zuiver wetenschappelijk van aard was en dat het nooit zijn bedoeling was om maatschappelijk geëngageerd te zijn. Daarmee deed hij zich zelf te kort. Nog onlangs stortte hij zich in het verzet tegen de nieuwe vuilverbrandingsinstallatie bij de VAM in Wijster. Dank zij grote aanhoudendheid wist hij ook gedaan te krijgen dat een nieuwe weg iets werd omgelegd vanwege de in een jeneverbesstruweel voorkomende zeldzame soorten paddestoelen.

Jan Barkman is o.a. zeer bekend door de 'epifytenwoestijnen'. Bij zijn onderzoek in de vijftiger jaren naar verspreiding en oecologie van mossen en korstmossen op bomen liet hij zien dat rond grote steden met veel industrie een enorme achteruitgang van deze organismen waarneembaar was. De gevoeligheid van vooral korstmossen en hun indicatieve waarde voor luchtverontreiniging werden overtuigend gedemonstreerd. In 1969 initieerde hij het WHEN-onderzoek: het onderzoek van de Werkgroep Herkartering Epiphyten Nederland.

Later verlegde hij zijn onderzoek vooral naar paddestoelen en naar jeneverbesstruwelen. Ook het voorkomen van paddestoelen in Nederland bleek beïnvloed te worden door de huidige luchtverontreiniging. Door toedoen van diverse van zijn leerlingen is die kennis thans zeer sterk uitgebreid. Gelukkig blijft er in de vorm van het Biologisch Station in Wijster, waarvan Barkman vele jaren beheerder geweest is, een bastion behouden voor het onderzoek aan paddestoelen en hun rol in (bos)oecosystemen.

Zeeren velen in de biologische wereld zullen het overlijden van Jan Barkman als een schok ervaren, niet alleen zijn leeftijdgenoten maar evenzeer de jongere generatie. Ook voor hen waren zijn aanwezigheid en betrokkenheid zo'n vanzelfsprekendheid dat het moeilijk is te begripen dat hij er niet meer zal zijn.

Bart van Tooren.