

Waterplanten: bondgenoten bij het waterkwaliteitsbeheer?

Een visie op de toekomst van het beheer van waterplantenvegetaties

Inleiding

Het lijkt welhaast overbodig om in het kader van het beheer van waterplantenvegetaties nog eens te formuleren wat nu eigenlijk het probleem is; 'we willen er geen last van hebben' is meestal het korte commentaar van de (kwantitatieve) waterbeheerder. Gezien een aantal ontwikkelingen binnen de wereld van de praktijk en de wetenschap, lijkt de tijd echter rijp het één en ander op een rijtje te zetten en de stand van zaken te bepalen met betrekking tot het beheer van waterplantenvegetaties.



W. VAN VIERSSEN
Vakgroep Natuurbeheer,
Landbouwhogeschool,
Wageningen



M. J. M. HOOTSMANS
Vakgroep Natuurbeheer
Landbouwhogeschool,
Wageningen



J. E. VERMAAT
Vakgroep Natuurbeheer
Landbouwhogeschool,
Wageningen

Een dominerende factor is de eutrofiëring die de laatste decennia sterk is toegenomen. Gezien het feit dat het merendeel van het Nederlandse oppervlaktewater tot de eutrofe categorie te rekenen valt, moeten we, wanneer we deze systemen op een verantwoorde wijze willen beheren, het functioneren van deze eutrofe wateren goed leren begrijpen. Daarom zullen we eerst een levensgemeenschap beschrijven en de gevolgen van eutrofiëring voor zo'n systeem. Vervolgens behandelen we de effecten van de huidige beheersmethoden en een model dat de belangrijkste interacties tussen de diverse componenten van de levensgemeenschap beschrijft. Dit model is gebaseerd op gegevens vanuit zowel de praktijkwereld, als het wetenschappelijk onderzoek. Het artikel zal worden besloten met een aantal voorstellen om toekomstig onderzoek ten behoeve van het beheer van watergangen te bundelen en te coördineren.

Effecten van eutrofiëring op de levensgemeenschap in een watergang

Elke levensgemeenschap ontleent haar energie aan het zonlicht. Ook in een watergang is dit het geval. Het zijn de planten (van klein tot groot) die met hun bladgroen het zonlicht kunnen omzetten in organisch materiaal dat de basis vormt voor allerlei

voedselketens. Dit materiaal wordt de primaire produktie genoemd.

In water komen 3 groepen planten voor: waterplanten zoals waterpest en hoornblad (macrofyten), algen die op de waterplanten groeien (epifyten) en algen die vrij in het water zweven (fytoplankton). Het aandeel van elk van deze groepen in de totale primaire produktie varieert nogal. In diepe meren bijvoorbeeld dringt te weinig licht tot de bodem door om waterplanten te kunnen laten groeien. Die komen hier alleen in een smalle oeverzone voor. De epifyten zijn afhankelijk van de aanwezigheid van de waterplanten en zijn dus ook tot de oeverzone beperkt. De primaire produktie wordt in zo'n meer voor een groot deel door het fytoplankton geleverd.

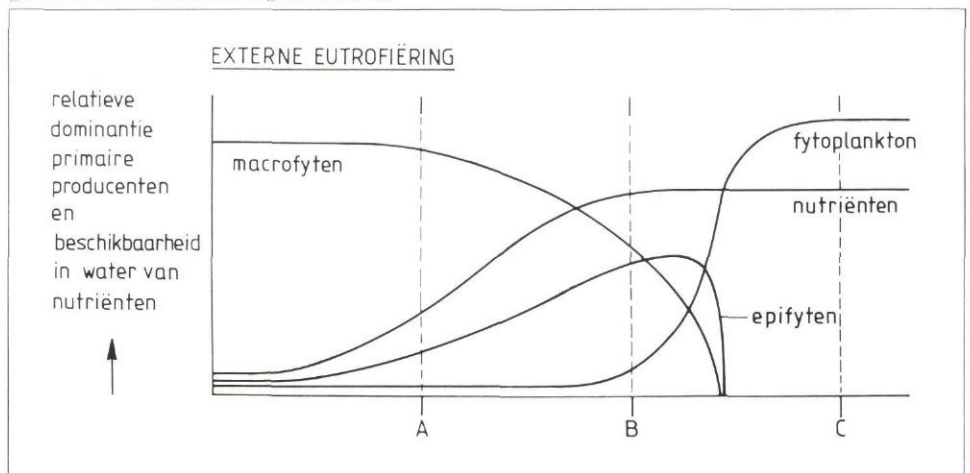
In ons land zijn de meeste wateren ondiep (minder dan 4 m diepte) en er kan in principe voldoende licht tot de bodem doordringen om overal waterplanten te laten groeien. De primaire produktie komt in deze wateren vooral van de waterplanten en hun epifyten. Naast licht hebben planten ook voedingsstoffen (nutriënten) nodig om organisch materiaal te vormen. Vooral stikstof en fosfaat zijn van groot belang: van nature zijn deze stoffen slechts in een kleine hoeveelheid beschikbaar en wordt de primaire produktie beperkt door gebrek aan stikstof en fosfaat. Menselijke activiteiten hebben in de laatste decennia echter geleid tot een sterke toename van onder andere deze stoffen in het water. Het is dan ook niet verwonderlijk dat er nu al jaren een zo sterke groei van waterplanten is dat deze aan- en afvoer van water in watergangen kan hinderen. De primaire produktie wordt immers niet langer beperkt. Vrijwel alle Nederlandse watergangen moeten dan ook jaarlijks onderhouden worden, waarbij vaak meerdere malen per jaar in principe alle vegetatie in een watergang wordt bestreden. Dit onderhoud is een kostbare zaak waarmee

vele miljoenen gulden gemoeid zijn.

Hoe verbazingwekkend het ook mag klinken, het begint er op te lijken dat waterplanten zowel in ons land als in het buitenland, massaal aan het verdwijnen zijn [4].

Afb. 1 brengt schematisch in beeld wat op verschillende plaatsen wordt waargenomen. Wat is het geval: door de in de loop van de tijd toegenomen hoeveelheid beschikbare voedingsstoffen kunnen epifyten sterk in aantal toenemen. Ze bedekken de waterplant waar ze op groeien en nemen dus steeds meer licht voor de plant weg. De primaire produktie door de plant wordt geremd en zelfs onmogelijk gemaakt. De hoeveelheid waterplanten gaat dus afnemen. Daarom gaat na enige tijd de hoeveelheid epifyten weer afnemen; ze zijn immers afhankelijk van waterplanten omdat ze daarop groeien. Op een bepaald moment zien we dat de hoeveelheid fytoplankton plotseling sterk toeneemt, zodat de hoeveelheid licht die de bodem bereikt, vermindert. De waterplanten verdwijnen nu, en samen met hen de epifyten. Zo is de heldere, door waterplanten gedomineerde watergang veranderd in een troebele watergang met fytoplankton. In de praktijk valt dit proces (nog) niet zo op. Dit komt in de eerste plaats omdat sommige waterplanten er blijkbaar beter weerstand tegen kunnen bieden dan andere. Het betreft hier de hinderlijke soorten zoals bijvoorbeeld waterpest. Veel andere Nederlandse waterplantensoorten zijn al behoorlijk zeldzaam geworden. Een tweede belangrijke reden wordt duidelijk gemaakt in afb. 2. Hierbij moeten we de curves in afb. 1 zien als jaarcurves; de verschillende snelheden van de veranderingen in de dominantieverhoudingen zijn weergegeven door de lengte van het groeiseizoen verschillend aan te geven (A, B, C; de nutriëntencurve doet nu niet ter zake, er is een overmaat aan voedingsstoffen beschikbaar).

Afb. 1 - De relatieve dominantie van een drietal soorten primaire producenten en de beschikbaarheid van nutriënten in een door externe eutrofiëring belast aquatisch ecosysteem gedurende een groeiseizoen. De verschillende snelheden van de veranderingen in de dominantieverhoudingen van de primaire producenten zijn weergegeven door de lengte van het groeiseizoen verschillend aan te geven (A, B, C).



Stel dat het groeiseizoen tot A duurt, dan zijn de waterplanten nog niet door epifyten en fytoplankton verdrongen als de winter aanbreekt. Het volgende jaar begint de cyclus weer opnieuw: de waterplantengroei neemt niet af. Afb. 2A geeft dit weer.

Als het groeiseizoen tot C duurt, dan zijn de waterplanten binnen het jaar verdwenen en domineert voortaan het fytoplankton. Dit is weergegeven in afb. 2C.

Als het groeiseizoen tot B duurt, wordt het een sluipend proces: elk jaar neemt de hoeveelheid waterplanten iets af, tot er op een gegeven moment slechts fytoplankton overblijft (zie afb. 2B). Vermoedelijk hebben we in voedselrijke ondiepe wateren te maken met de laatste variant, wat de veldsituatie verklaart, waarin schijnbaar niets (snel) verandert.

Verschiede soorten waterplanten reageren ongetwijfeld verschillend: sommige blijven aanwezig, en volgen het beeld van 2A, andere verdwijnen volgens 2B of zijn al weg volgens variant 2C. Als dus in een watergang de hoeveelheid waterplanten nog groot is, kan het aantal soorten al dalende zijn.

De Nederlandse watergangen beslaan een oppervlak van meer dan 40.000 ha: een gebied ter grootte van een Flevopolder. Het merendeel is eutroof van karakter. In relatief ondiepe wateren spelen waterplanten een belangrijke rol:

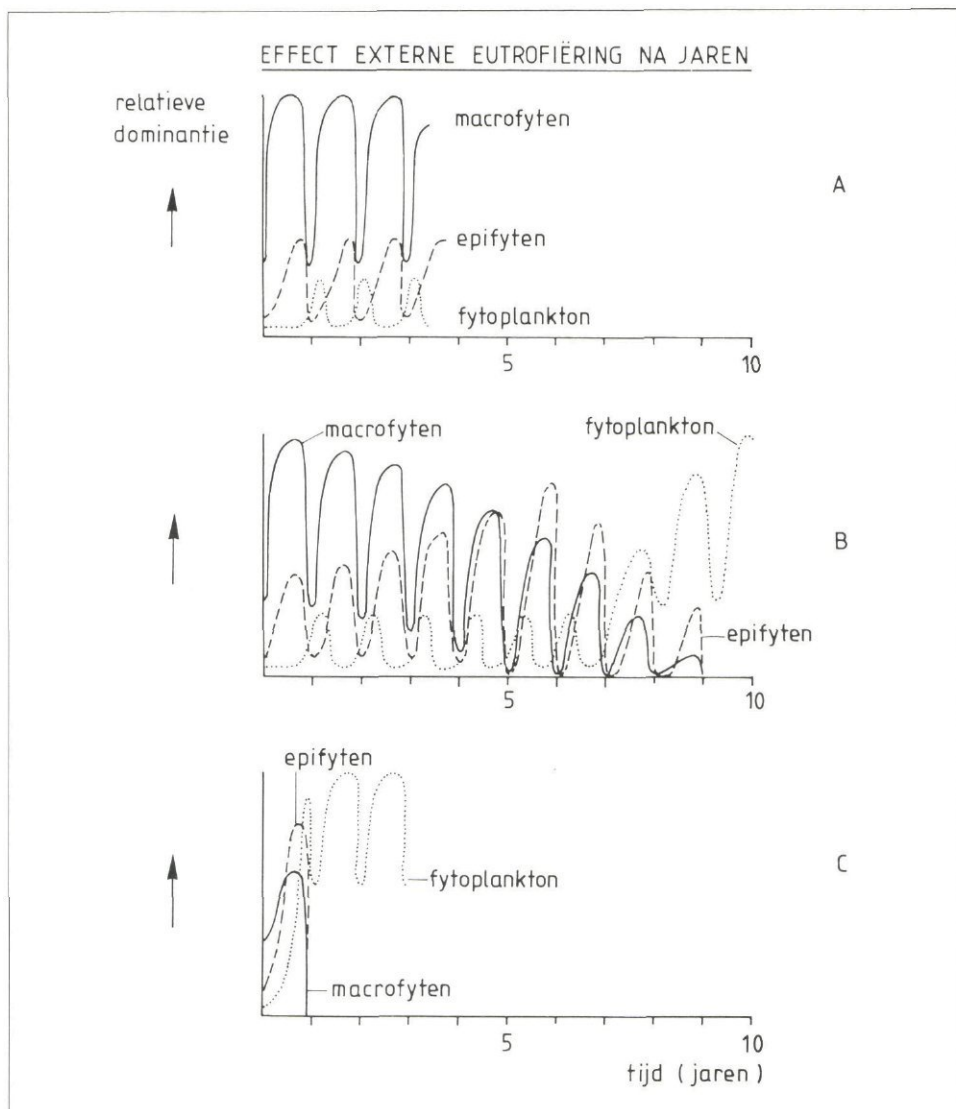
1. waterplantenvegetaties en de hierin voorkomende organismen zijn van groot belang als voedsel voor broed- en trekvogels;
 2. waterplanten spelen een belangrijke rol in de levenscyclus van veel vissoorten (paaiplaats, schuilplaatsfunctie);
 3. er bestaat een positieve correlatie tussen het aantal soorten kleine waterdieren en de hoeveelheid waterplanten;
 4. waterplanten vormen een genenreservoir (= soortsbeheer);
 5. een heldere watergang begroeid met waterplanten heeft een grote esthetische waarde.
- De verarming van deze wateren is dus zorgwekkend.

Bestrijding of beheer?

Het onderhoud van veel watergangen gebeurt niet-selectief met als enig doel het garanderen van de doorstroming. Dat is dus geen beheer waarbij met zoveel mogelijk functies die een watergang kan vervullen rekening wordt gehouden doch een zuivere vorm van bestrijding.

De aard van de bestrijding vertoont grote regionale verschillen: in Noord-Nederland wordt vrijwel uitsluitend mechanisch bestreden, in Zeeland wordt 30% van de watergangen met chemische middelen bewerkt.

Dat er aan het gebruik van herbiciden en dergelijke veel nadelen kleven is duidelijk:



Afb. 2 - Het effect van externe eutrofiëring op de dominantieverhoudingen van een drietal soorten primaire producenten over een periode van enkele jaren.

A. Situatie gebaseerd op uitgangssituatie in afb. 1: A;

B. Situatie gebaseerd op uitgangssituatie in afb. 1: B;

C. Situatie gebaseerd op uitgangssituatie in afb. 1: C.

het gebruik van het water als irrigatiewater in land- en tuinbouw wordt onmogelijk, de visstand ondervindt schade, schadelijke stoffen hopen zich op in allerlei organismen en watergangen verworden tot dode afvoergoten. Bovendien komen de in de waterplanten opgeslagen nutriënten versneld weer beschikbaar in het systeem. Mechanische bestrijding kan de hoeveelheid waterplanten sterk verminderen, doch veroorzaakt vaak een sterk verhoogde troebelheid van het water. Hierdoor zullen de resterende planten ook verdwijnen, en alleen het fytoplankton blijft over. Onder de huidige voedselrijke omstandigheden bestaat dit vooral uit blauwieren die stankoverlast veroorzaken en die voor mens en dier giftige stoffen afscheiden. Het water kan daardoor moeilijker voor drinkwater geschikt gemaakt worden. Een voordeel kan wel zijn dat een hoeveelheid nutriënten het systeem verlaat.

Gezien de hoge onderhoudskosten en de bijkomende problemen, lijkt het verantwoord om het accent bij het onderhoud te verschuiven van bestrijding naar beheer. Zowel uit de praktijk als uit onderzoek is gebleken dat het voor een voldoende doorstroomcapaciteit niet nodig is om alle waterplanten uit de watergang te weren. Bestaat er echter wel een verantwoorde beheersmethode waarbij met zoveel mogelijk belangen en functies rekening gehouden wordt? Het lijkt erop dat onderhoud met graskarpers goede mogelijkheden biedt [5]. De methode is relatief goedkoop en leidt hier en daar al tot gunstige resultaten. In korte tijd kunnen soortenarme dichte vegetaties veranderen in open, soortenrijke vegetaties die de doorstroming niet in ernstige mate belemmeren. Sommigen veronderstellen echter dat de graskarper ook een negatieve invloed op de waterkwaliteit heeft.

De voedingsstoffen, opgeslagen in de waterplanten, komen immers via de graskarperuitwerpselen relatief snel vrij in het water en de nutriëntenkringloop wordt dus versneld. Men kan dit beschouwen als een interne eutrofiëring van het water.

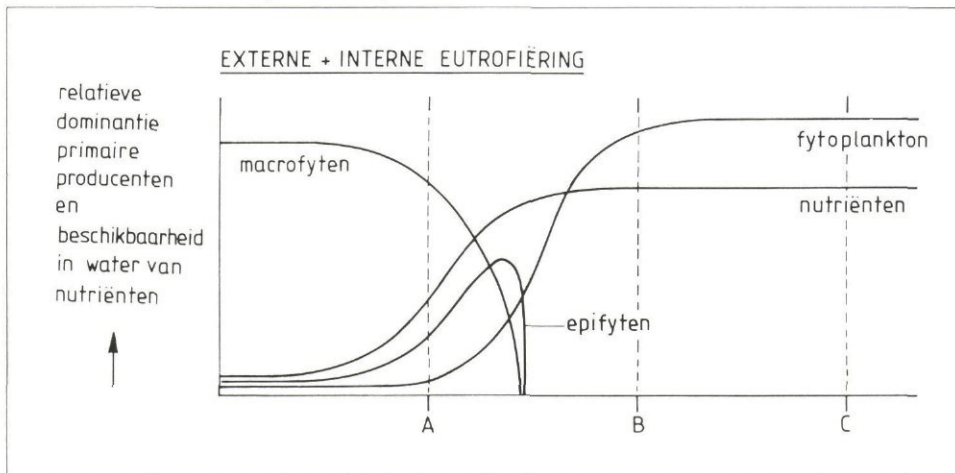
Het gevolg kan zijn dat het proces geschetst in afb. 1 sneller verloopt (zie afb. 3) met alle gevolgen van dien voor de lange termijn effecten in afb. 2. Vanzelfsprekend zijn de uitzetdichtheid en de verblijftijd van het water hierbij bepalend. Het is daarom voorbarig om op basis van deze theoretische mogelijkheden het gebruik van graskarpers uit te sluiten.

Ook mechanisch onderhoud kan goed passen in een weloverwogen beheersplan. Daarvoor moeten we ons verdiepen in de levensstrategieën van waterplanten. De levensstrategie van een plant omvat alle eigenschappen die voor haar overleving noodzakelijk zijn. Hierbij kan gedacht worden aan: groeisnelheid, tijdstip van bloei en zaadzetting en vegetatieve vermeerdering. Als we de levensstrategie kennen, kunnen we ons richten op een zwakke plek en bijvoorbeeld een éénjarige alleen maaien als de planten bloeien: ze zullen dan geen zaden kunnen vormen en dus het volgend jaar veel minder sterk opkomen. Deze methode zal niet direct tot succes leiden, maar na een aantal seizoenen resulteert ze wel in een goede doorstroming van voldoende waterplanten om hun functie te vervullen. Het zal duidelijk zijn dat we voor een verantwoord beheer veel moeten weten over het functioneren van de levensgemeenschap in het water. We zullen daarom nu een model bespreken dat de boven geschetste processen en beheersmethoden met elkaar verbindt.

Een interactiemodel

De basis voor dit model is gelegd door een

Afb. 3 - De relatieve dominantie van een drietal soorten primaire producenten en de beschikbaarheid van nutriënten in een door externe + interne eutrofiëring belast aquatisch ecosysteem gedurende een groeiseizoen. De verschillende snelheden van de veranderingen in de dominantieverhoudingen van de primaire producenten zijn weergegeven door de lengte van het groeiseizoen verschillend aan te geven (A, B, C).

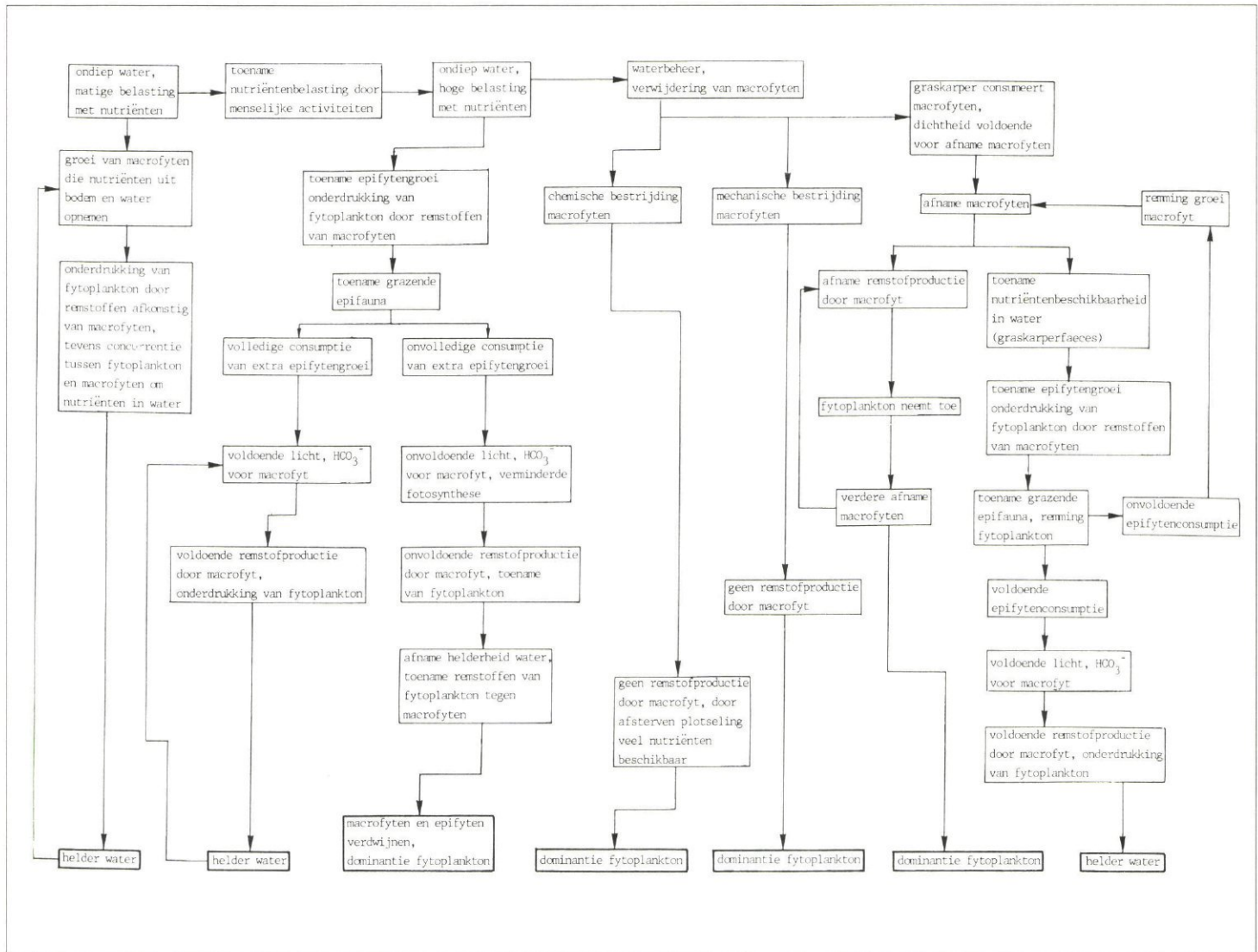


groep Engelse onderzoekers die in door vervening ontstane plassen een duidelijk verband vonden tussen de mate van eutrofiëring en de hoeveelheid waterplanten [2]. Van groot belang is hun ontdekking dat bij toenemende eutrofiëring eerst de hoeveelheid epifyten toeneemt en daarna pas, als de waterplanten al achteruitgaan, de hoeveelheid fytoplankton. Dit in tegenstelling tot de algemene opvatting dat het fytoplankton de waterplant doet verdwijnen door beschaduwing. Dit doet zich pas na het begin van de achteruitgang voor. Van groot belang is ook dat we in het veld nooit een geleidelijke toename van het fytoplankton zien naast een geleidelijke achteruitgang van de waterplanten. Dat zou je verwachten als concurrentie tussen fytoplankton en waterplanten om voedingsstoffen en licht de oorzaak is van het verdwijnen van waterplanten bij eutrofiëring. Nee, het fytoplankton komt opeens sterk op. Het is een soort alles-of-niets-reactie, die suggereert dat de waterplanten het fytoplankton kunnen onderdrukken met bepaalde remstoffen. Dat sommige planten andere planten zo kunnen remmen is van landplanten bekend en komt voor tussen verschillende fytoplanktonsoorten. Het is eveneens voor enkele waterplanten aangetoond. Er zijn echter ook aanwijzingen dat blauwalgen remstoffen produceren die juist de waterplant in zijn groei remmen [3]. Bovendien kunnen slakken en andere dieren de epifyten van de planten afgrazen en zo de groei van de waterplant op peil houden. [1]. Wij hebben deze belangrijke interacties aan het Engelse model toegevoegd en bovendien hebben we de effecten van het onderhoud op het systeem in het model opgenomen (zie afb. 4). In het model gaan we er van uit dat er nog waterplanten zijn aan het begin van het groeiseizoen van het jaar. Bij lage voedingsstoffenhoeveelheden in het water scheiden

de waterplanten voldoende remstoffen af om de groei van het fytoplankton te onderdrukken. Neemt de hoeveelheid voedingsstoffen in het water toe, dan profiteren epifyten en fytoplankton daar het snelste van: het zijn immers simpele, meestal eencellige planten die al hun voedingsstoffen uit het water halen. Waterplanten zijn veel complexer gebouwd en nemen slechts een deel van hun voedingsstoffen uit het water op. Ze kunnen niet even een paar cellen extra laten delen: dit vereist eerst nieuwe aanleg van stengels, bladeren en wortels. Waterplanten reageren daarom pas veel later op zo'n verhoogde nutriëntenhoeveelheid in het water. In de eerste tijd wordt het fytoplankton echter nog geremd door de waterplant en kunnen alleen de epifyten toenemen. Hierdoor neemt de remstofproductie door de waterplant af, en kan vervolgens het fytoplankton ook gaan toenemen. Bovendien worden door het fytoplankton stoffen afgescheiden die de waterplant remmen in zijn groei. Als nu slakken en andere grazende fauna voorhanden zijn om de extra epifytengroei te consumeren, dan is er nog niets aan de hand, de waterplant blijft aanwezig en blijft het fytoplankton onderdrukken. Als die dieren er niet of niet voldoende zijn, dan verdwijnen de waterplanten en resteert het fytoplankton. Het effect van mechanische en chemische bestrijding waarbij de waterplanten geheel verwijderd worden is nu duidelijk; het fytoplankton wordt niet langer geremd en gaat domineren en de waterplanten kunnen niet meer terugkeren. Bij het gebruik van de graskarper is het resultaat afhankelijk van de uitzetdichtheid en de hoeveelheid grazende fauna, zoals slakken (zie afb. 4). Dit model is in zijn samenhang nog theoretisch; een aantal relaties is zoals gezegd al bestudeerd. De relatieve betekenis van de verschillende relaties in onderlinge samenhang is nog onbekend. Inzicht hierin is echter van groot belang voor het opstellen van gefundeerde beheersplannen.

Toekomstige ontwikkelingen

Beheer van waterplantenvegetaties, waarbij voldoende rekening wordt gehouden met de verschillende belangen lijkt nog toekomstmuziek. Deze constatering doet geen afbreuk aan wat door de bij dit beheer betrokkenen al tot stand is gebracht. Hoewel er nog steeds uitzonderingen bestaan kan men wel stellen dat de houding ten aanzien van de natuurwaarden van watergangen, dankzij de inzet van velen een stuk verbeterd is, wat blijkt uit een toegenomen bereidwilligheid 'de spuit' te laten staan. Vanzelfsprekend moet de watervoerende functie van een watergang gewaarborgd worden, maar naast deze waterkwantiteitseisen moeten we ook de waterkwaliteitseisen niet



Afb. 4 - Schema waarin de relaties tussen verschillende ecosystemcomponenten aangegeven worden bij verschillende nutriëntenbelastingen, alsmede bij verschillende bestrijdings- en beheersmaatregelen.

uit het oog verliezen; waterkwantiteit en -kwaliteit mogen en kunnen we niet los van elkaar zien bij het bepalen van de beheersstrategie. Uit het gepresenteerde model blijkt dat we waterplanten niet slechts als hinderlijke elementen in een water moeten zien. Het zijn potentieel waardevolle bondgenoten bij de strijd tegen massale algenbloei, een strijd die we moeten voeren om de waterkwaliteit te garanderen. Algen zijn nauwelijks direct aan te pakken, we moeten onze toevlucht nemen tot kostbare defosfateringsinstallaties of, nog erger, chemische middelen. Als nu een ook om andere redenen waardevolle component van ondiepe wateren, de waterplant, ons hierbij kan helpen, waarom zouden we het beheer van wateren dan niet mede richten op het in stand houden, bevorderen of zelfs creëren van waterplantenvegetaties? Dit betekent een noodzakelijk compromis tussen waterkwantiteits- en waterkwaliteitseisen. Als voorbeeld waarbij waterplanten de

beheerder zouden kunnen helpen kunnen de Veluwerandmeren dienen. Blauwalgen domineren het fytoplankton. Een belangrijk deel van het toestromende oppervlaktewater wordt al gedefosfateerd, maar de bodem bevat nog voldoende fosfaat om de concentraties in het water nog jaren hoog te houden. Er is gesuggereerd een laag sediment weg te baggeren, met de bedoeling fosfaat weer een beperkende factor te laten worden. Dit is echter een kostbare ingreep, en het is bovendien de vraag of het effect zal hebben. Het niveau waarbij fosfaat beperkend kan worden, is vermoedelijk zo laag dat invoer van fosfaat met het instromende grondwater kan voorkomen dat dit bereikt wordt. Door uitbagering zullen ondiepe gedeeltes verdwijnen en daarmee het voor waterplanten beschikbare oppervlak afnemen. Het model suggereert juist dat de zone met waterplanten voldoende vergroot zou moeten worden om een relevante invloed op de grote watermassa te kunnen uitoefenen.

Het is duidelijk dat het beheer van wateren een complex probleem is. Onderzoek over een paar seizoenen, onder lokale omstandigheden in proefsloten met elk een eigen voorgeschiedenis kan dan niet voldoende zijn. Ons model lijkt een goede theoretische basis te bieden voor laboratoriumonderzoek waarvan de resultaten gebruikt kunnen worden om vervolgens het model te toetsen, veldsituaties te verklaren en ontwikkelingen te voorspellen. Het moge uit bovenstaande duidelijk zijn geworden dat de auteurs slechts dan resultaat van het onderzoek verwachten wanneer er van een enigszins gecoördineerde opzet en uitvoering sprake is. Het probleem van een uitgebalanceerd waterplantenbeheer is gewoon te complex van aard (en omvang) om op zeer korte termijn opgelost te worden. Ondanks de elkaar steeds sneller opvolgende (wetenschappelijke) wondermiddelen lijkt een goede aanpak het voorsnog toch meer te moeten hebben van het gecoördineerd

uitvoeren van veel (en soms ook saai en weinig spectaculair overkomend) basis-onderzoek. Voor de komende 10 à 15 jaar lijken de volgende elementen belangrijk te zijn:

1. Tussen onderzoekers en praktijkmensen zal overeenstemming moeten bestaan betreffende een te hanteren interactiemodel waarmee het op uitwendige factoren reagerende ecosysteem adequaat te beschrijven valt, waarbij de afzonderlijke componenten van dit (denk)model in een praktijkrelevant kader geplaatst kunnen worden.

2. Er zullen harde gegevens op tafel dienen te komen met betrekking tot de vraag in welke gevallen er sprake is van waterstagnatie door waterplantengroei. Naast het aspect van de verschillende vegetatietypes dient daarbij grote aandacht besteed te worden aan de relatie tussen groeivorm en omgevingsfactoren.

3. Voortzetten en stimuleren van op de Nederlandse situatie betrekking hebbend autecologisch onderzoek aan dominante waterplantensoorten. Treffend is bijvoorbeeld dat van een 'lastige' soort als *Elodea nuttallii* (smalbladige waterpest) nog zo weinig bekend is'.

Wanneer de meest elementaire gegevens ontbreken met betrekking tot zaken als groeicapaciteit en overlevingsstrategie van een soort in relatie tot omgevingsfactoren (nutriënten, licht, temperatuur) zal een uitgebalanceerd beheer onmogelijk blijven.

4. Verschillende beheersmaatregelen zullen afzonderlijk en in detail wat betreft hun uitwerking en werkingsmechanisme bestudeerd moeten worden. Daarbij is te denken aan:

– *Mechanisch reinigen van watergangen*

Hierbij is de invloed van de maatregel te bestuderen op bijvoorbeeld de overlevingsstrategie (zie 3).

– *Oeverbeplanting*

Invloed van bijvoorbeeld licht op de overleving van soorten, alsmede hun groeivorm (zie 2,3).

– *Graskarper*

Wat betreft het gebruik van dit organisme, ligt een aantal onderzoeklijnen voor de hand. Gezien het verschil van inzicht betreffende de effecten van de (interne) eutrofiërende werking van dit organisme, lijkt het onderzoek zich allereerst hierop te moeten concentreren. Momenteel is de gevoerde discussie te verward om tot een standpuntsbepaling te komen inzake het gebruik van de graskarper.

– *Overdimensionering watergangen*

Ideeën van deze strekking zijn van tamelijk recente datum. Gezien de kosten van het invoeren van deze maatregel lijkt gedegen wetenschappelijk vooronderzoek vereist.

5. Er zal meer aandacht besteed moeten

worden aan de relaties tussen waterkwantiteits- en waterkwaliteitsbeheer. Van het allergrootste belang bij het uitvoeren van bovengenoemd onderzoek is het wederzijds afstemmen ervan. Steeds vaker blijkt dat een overmaat aan losse literatuurgegevens, aangevuld met wat origineel onderzoek niet een resultaat oplevert waarmee de praktijk iets kan doen. Aangezien onderzoek veel geld kost, zal bij velen de vraag naar voren komen hoe duur bovengeschetst onderzoek dan wel niet zal gaan worden. Wij willen erop wijzen dat men door het financieren van delen van onderzoek via de 3e geldstroom mee kan helpen aan het opzetten en ondersteunen van grotere onderzoeksprojecten. Het is wellicht goed dat 'de praktijk' nog eens gewezen wordt op deze mogelijkheden vanwege de grote taak die er wetenschappelijk en vanuit de praktijk gezien ligt. We hopen dat 'de praktijk' met ons mee wil denken. Een ieder die met ons van gedachten wil wisselen over het huidige en toekomstige onderzoek is van harte welkom!

Literatuur

1. Hootsmans, M. J. M. and Vermaat, J. E. *The effect of periphyton on grazing by three epifaunal species on the growth of Zostera marina L. under experimental conditions.* Aquat. Bot. (geaccepteerd).
2. Phillips, G. L., Eminson, D. F. and Moss, B. (1978). *A mechanism to account for macrophyte decline in progressively eutrophicated freshwaters.* Aquat. Bot., 4: 103-126.
3. Vierssen, W. van and Prins, Th. C. *On the relationship between the growth of algae and aquatic macrophytes in brackish water.* Aquat. Bot., 21 (in druk).
4. Vierssen, W. van (1984). *Enige aspecten van oecologisch onderzoek ten behoeve van het behoud en beheer van wetlands.* De Levende Natuur, 85: 121-127.
5. Zweerde, W. van der (1983). *Beheer van watergangen in het bijzonder met behulp van de graskarper.* Waterschapsbelangen 68: 525-533.



Ecotoxicologisch onderzoek

- *Slot van pagina 121*

snelle wijze mogelijk, zodat kostbare ingrepen zonder een daaruit voortvloeiend significant biologisch voordeel vermeden kunnen worden.

– Door integratie van toxicologische en ecologische onderzoeksgegevens kan inzicht verkregen worden in de betekenis van bijvoorbeeld structurele veranderingen in ecosystemen in relatie tot een belasting met toxische verontreinigingen, hetgeen kan leiden tot meer gefundeerde ecologische normdoelstellingen in de toekomst.

Literatuur

- Blom, G. (1983). *Vertaling van EG-richtlijnen in het oppervlaktewaterbeheer in Nederland.* H₂O 16 (1983) nr. 25, 580-584.

Bövig, H. P. (1981). *Der fischfauna des Rheinstromes und seiner direct angrenzenden Altwässer im Niederrheingebiet.* Dechenniana, 134, 260-273.

Cairns, J. Jr. (1979). *Biological monitoring-concept and scope, environmental biomonitoring, assessment, prediction and management* (ed. J. Cairns, Jr., G. P. Patie and W. E. Waters). Int. Co-op. Publ. House, Fairland, Maryland.

Gaag, M. A. van der en Kerkhoff, J. F. J. van der (1984). *Toxiciteitstesten in oppervlaktewater met vissen. Ecologische Indicatoren voor de Kwaliteitsbeoordeling van Lucht, Water, Bodem en Ecosystemen* (ed. E. P. H. Best en J. Haeck). PUDOC, Wageningen, 51-61.

Kam, J. van de (1983). *Ecotechnologie.* De Ingenieur, 7/8, 17-22.

Kinzelbach, R. (1978). *Veränderungen der Fauna des Oberrheins.* Beih. Veroff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 11, 291-301.

Klink, A. G. en Moller Pillot, H. (1982). *Onderzoek aan de macro-evertebraten in de grote Nederlandse rivieren.* 57 pp.

Kroes, H. W. (1983). *Achtergronden van milieuhygiënische normstelling voor oppervlaktewater.* H₂O 16 (1983) nr. 12, 281-284.

Kruijff, H. A. M. de (1983). *Progress in the application of the convention against the chemical pollution of the river Rhine.* Toxicol. Environ. Chem. 6, 41-63.

Ringelberg, J. (1984). *Inleiding tot waterkwaliteit. Ecologische Indicatoren voor de Kwaliteitsbeoordeling van Lucht, Water, Bodem en Ecosystemen* (ed. E. P. H. Best en J. Haeck). PUDOC Wageningen, pp. 136-139.

Rijkswaterstaat (1980). *De waterkwaliteit van de Rijn in Nederland in de periode 1972-1979.* Rapport 80-032, RIZA, Lelystad, 71 pp.

Schroevens, P. J. (1984). *De noodzaak van een ecologisch kwaliteitsconcept. Ecologische Indicatoren voor de Kwaliteitsbeoordeling van Lucht, Water, Bodem en Ecosystemen* (ed. E. P. H. Best en J. Haeck). PUDOC, Wageningen, pp. 20-27.

Slooff, W. (1983). *Biological effects of chemical pollutants in the aquatic environment and their indicative value.* Proefschrift, Utrecht, 191 pp.

Slooff, W. (1984). *Rijn, Lek, Waal, IJssel en uiterwaarden onder invloed van ingrepen en verontreinigingen. Rijnwater in Nederland* (eds. G. P. Hekstra en W. Joenje). Oecologische Kring, Arnhem, pp. 13-33.

Slooff, W., Kreijl, C. F. van en Zwart, D. de (1984). *Biologische parameters een oppervlaktewater(meetnetten).* H₂O 17 (1984) nr. 1, 2-5.

Urk, G. van (1981). *Verandering in de macro evertebraten fauna van de IJssel.* H₂O 14 (1981) nr. 21, 494-499.

Verdonschot, P. F. M. (1983). *Ecologische karakterisering van oppervlaktewater in Overijssel.* H₂O 16 (1983) nr. 25, 574-579.

Wolff, W. J. (1978). *The degradation of ecosystems in the Rhine. The Breakdown and Restoration of Ecosystems* (ed. M. W. Holdgate and M. J. Woodman). Plenum Press New York, pp. 169-188.

