



Figuur 2 'De Bol' op Texel, een brak milieu dat in stand is gehouden.

'De Bol', on the island of Texel, a brackish ecosystem, which is preserved.

Enige aspecten van oecologisch

onderzoek t.b.v. het behoud en beheer

van wetlands

De bedreigingen van wetlands in Europa zijn van velerlei aard. Drooglegging, opoffering aan de landbouw, de eutrofiëring, de opkomst van het massatoerisme, al deze activiteiten vormen een bedreiging voor het voortbestaan van dit soort systemen.

In onderstaand artikel wordt toegelicht hoe het met de brakwater-ecosystemen in West-Europa gesteld is en welk onderzoek aan de conclusies omtrent het beheer voorafging.

Een enkele aanbeveling voor toekomstig onderzoek aan wetlands zal dit artikel besluiten.

De laatste decennia is veel aandacht besteed aan het behoud van de zgn. wetlands in de wereld. De veel genoemde Ramsar conferentie (1971) kan wat dat betreft als een mijlpaal gelden.

Het begrip wetland

Nu is het begrip wetland nogal ruim van betekenis. Niet alleen de water-component in het landschap behoort tot deze

categorie, doch ook eventueel aangrenzende moerassige delen.

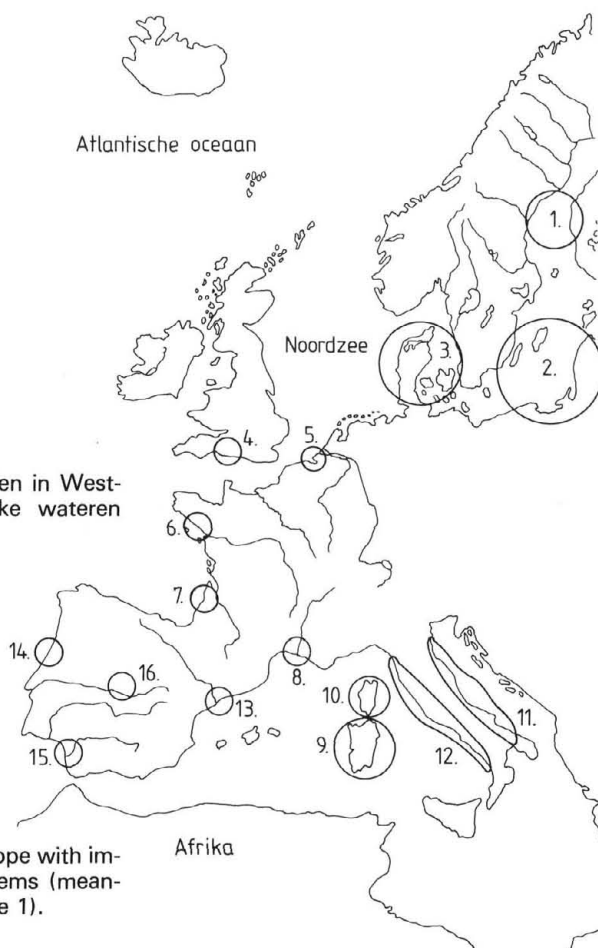
Ook is het begrip wetland niet gebonden aan één biotoop-type. Zowel zoetwaterplassen, veenachtige gebieden, brakwater-lagunes, kwelders alsook hele estuaria kunnen als wetland bestempeld worden.

In het geval van de Waddenzee zou men zelfs de eilanden als compo-

W. van Vierssen

Figuur 1 Overzicht van gebieden in West-Europa met belangrijke brakke wateren (voor nummering zie tabel 1).

Survey of areas in western Europe with important brackishwater ecosystems (meaning of numbers is given in table 1).



nenten van dit wetland kunnen beschouwen vanwege de duidelijke landschappelijke (en oecologische) samenhang tussen land en water.

Brakwatergebieden

Vanwege de vaak niet geringe afmetingen van wetlands, het aantal typen en de complexiteit van de oecosystemen (zoet, brak, zout) zal onderzoek aan wetlands zich vaak tot een bepaald type en daarbinnen tot bepaalde facetten beperken. Wil men echter van wetland-onderzoek spreken dan zullen de uitkomsten van zulke onderzoeken inzicht moeten verschaffen in het functioneren van wetland-oecosystemen in een landschappelijk verband. Geen gemakkelijke opgave!

Deze beschouwing zal zich dan ook in twee opzichten beperken. Op de eerste plaats zal er voornamelijk ingegaan worden op aan de kust gebonden en tevens brakke oecosystemen, bovendien zal alleen gesproken worden over wetlands in de meest beperkte betekenis van het woord; plassen, poelen, lagunes, meren etc. Brakke wateren hebben een chloridegehalte (dit is een maat voor het zoutgehalte; zeezout bestaat immers voor een groot deel uit NaCl) dat hoger

is dan dat van zoet water (tot 0,3 mg/l), doch meestal lager dan dat van zeewater (± 18 mg/l).

Ook wateren waarin het chloridegehalte sterk fluctueert, waarbij gehalten voorkomen die veel hoger zijn dan die van zeewater (in West-Europa tot zo'n 50 mg/l), rekent men tot de brakke wateren. Omdat veel van deze systemen relatief ondiep zijn (diepte vaak minder dan 2 m) groeien er meestal waterplanten in.

Waar liggen deze systemen en hoe zien zij eruit?

In fig. 1 zijn een aantal belangrijke gebieden aangegeven waar brakwater-oecosystemen met waterplanten voorkomen in West-Europa (voor de betekenis van de nummers wordt verwezen naar Tabel I).

Een van de grootste brakke wateren van West-Europa is het gebied dat gevormd wordt door de Oostzee (met de fjorden langs de Deense kust) en de Botnische Golf. In de ondiepe gedeelten komen uitgestrekte vegetaties van waterplanten voor. Belangrijke waterplanten zijn hier *Potamogeton pectinatus* (Schedefonteinkruid), *Ruppia cirrhosa* (Spiraalruppia), *Ruppia maritima* var. *brevi-*

rostris, *Zostera marina* (Groot Zee gras) en twee *Zannichellia* soorten, te weten *Zannichellia major* en *Zannichellia palustris* ssp. *repens*. De meeste van deze waterplanten hebben smalle, lijnvormige bladeren. Zij kunnen een lengte van meer dan een meter bereiken en de waterlaag met dikke pakketten opvullen.

Ook treft men in deze heldere wateren vaak prachtige velden met *Chara* (Kranswier) aan.

Een kenmerk van deze noordelijk gelegen wateren is dat het chloridegehalte door het jaar heen nauwelijks fluctueert. Wel is het zo, dat hoe verder men vanaf het Skagerrak de Oostzee en vervolgens de Botnische Golf indringt, het chloridegehalte geleidelijk aan daalt: van $\pm 17\%$ in het Skagerrak tot $\pm 1-2\%$ in het noordelijk gedeelte van de Botnische Golf.

Bij een nadere beschouwing van de soortensamenstelling van deze watervegetaties blijkt dat zij relatief soortenrijk zijn. Dit komt pas goed tot uiting wanneer de noordelijke vegetaties vergeleken worden met de meer naar het zuiden toe voorkomende begroeiingen.

In de wateren rond de zuidkust van Finland vinden we vaak gemeenschappen met meer dan acht soorten waterplanten. In het centrale gedeelte van de kustzone van West-Europa (Engeland, Nederland, West-Frankrijk) zijn dit er veelal niet meer dan vijf. Nog verder naar het zuiden (Zuid-Frankrijk, Spanje) worden dit er nog minder (2 à 3).

Een opvallend verschijnsel is, dat het totaal aantal soorten waterplanten in de bovenaangeduide geografische zones in West-Europa praktisch identiek is. Blijkbaar is de soortenarmoede of soortenrijkdom van een vegetatie in brakke wateren afhankelijk van lokale milieufactoren. Bij een nadere beschouwing van de kenmerken van de brakke wateren in zuidelijker streken dan de eerder vermelde Oostzee en Botnische Golf blijkt dat het milieu van noord naar zuid steeds instabieler wordt. Hiermee wordt bedoeld op de toename van het aantal milieutypen met een veranderlijk chloridegehalte door het jaar heen.

In Nederland kennen we b.v. de brakke dobben (Noord-Friesland buitendijks!), die vanwege hun uiteenlopende chloridegehalten (en wisselingen daarin) ook verschillende levensgemeenschappen herbergen (Van Vierssen & Verhoeven, 1983).



In Zuid-Frankrijk en Spanje zijn zowel de ruimtelijke differentiatie als de instabiliteit nog groter omdat hier buiten het wisselend chloridegehalte ook nog de factor uitdroging een grote rol speelt. Sommige milieus staan de gehele zomer droog, andere slechts enkele weken of dagen. Uiteraard maken zulke verschillen veel uit voor de overlevingskansen van waterplanten (en dieren). Bovendien bereikt het chloridegehalte vaak waarden van 50%! Als gevolg van de bovenbeschreven milieugradiënt van noord naar zuid treffen we b.v. in Nederland (en zuidelijker) Groot Zee gras en *Zannichellia* soorten niet meer samen in één vegetatie aan.

Hoe zuidelijker men komt, des te extremer worden de milieu-eisen die gesteld worden aan de verschillende soorten. Veel standplaatsen in Zuid-Europa laten ons de absolute tolerantiegrenzen van de waterplantesoorten t.a.v. de factoren 'zout' en 'uitdroging' zien. Een bijzondere vermelding verdient het gebied dat in fig. 1 is aangegeven met het nummer 16. Dit gebied, met de Tablas de Daimiel, is geen echt brakwatergebied. In feite gaat het hier om sodameren (bittermeren). Wegens de osmotische effecten van het aanwezige magnesium- en natriumsulfaat treffen we er toch brakwatervegetaties aan. Dit gebied is uniek voor West-Europa en vanwege de 'brakke' kenmerken opgenomen in deze beschouwing.

Uiteraard komen in deze systemen ook waterdieren voor. De samenstelling van de fauna verschilt nogal van plaats tot plaats. In het algemeen kan men stellen dat er in de Noord-Europese wateren veel marine en aan brakwater gebonden bewoners voorkomen, terwijl in Zuid-Europa de zouttolerante zoetwater-soorten en brakwater-organismen overheersen, m.a.w. soorten die zowel in zoet resp. brak, als in zout milieu kunnen leven.

Het valt op dat er in Noord-Europa veel kreeftachtigen in deze milieus voorkomen terwijl in Zuid-Europa de insecten overheersen. Vooral die insectesoorten domineren, die slechts een korte periode in hun leven (enkele weken) in het water doorbrengen (ei, larf, pop). Dit is ook goed te begrijpen, omdat de sterk wisselende chloridegehalten regelmatig uitgaan boven de tolerantiegrenzen van de soorten, hetgeen betekent dat ze spoedig plegen af te sterven. Hoe korter een organisme van dit soort

milieus afhankelijk is, des te groter de kans op overleven.

In Noord-Europa is het milieu vaak zeer stabiel en kunnen soorten zich jaren lang in 'alle rust' ontwikkelen.

De genoemde verschillen worden nog versterkt wanneer we naar de aantallen individuen en hun biomassa kijken. In Zuid-Europa treffen we meestal weinig individuen aan met een kleine biomassa, in Noord-Europa daarentegen veel individuen en een grote biomassa. De Nederlandse situatie zit er ook hier weer duidelijk tussen in.

Men kan zich afvragen of de Zuid-Europese wetlands dan minder productief zijn dan de Noord-Europese. Integendeel! In Zuid-Europa is het aantal verschillende generaties in één jaar zo groot, dat de totale productie aan dierlijk materiaal wel bijna zeker groter is dan die in Noord-Europa (het groeiseizoen is veelal ook langer). Wanneer men met een tijdsspanne van enkele weken sommige biotopen in Zuid-Europa

bezoekt, ziet men grote verschillen in de soortensamenstelling van de waterdierenwereld, tussen het begin en het einde van die periode.

Hoe overleven waterplanten in het brakke milieu?

Omdat in de hier besproken systemen waterplanten domineren is het erg belangrijk te weten hoe zij aangepast zijn aan het milieu waarin zij voorkomen en hoe veranderingen in dit milieu ingrijpen in het functioneren van deze systemen.

Inmiddels is gedurende een aantal jaren onderzoek verricht aan de levenscycli van taxa binnen de geslachten *Ruppia* en *Zannichellia* (Van Vierssen, 1982a, 1982b, 1982c; Van Vierssen & Van Wijk, 1982; Van Vierssen et al., 1984; Verhoeven et al., 1982). Ook Schedefonteinkruid krijgt de laatste jaren meer aandacht (Van Wijk, 1983).

In totaal zijn vijf *Ruppia* taxa (die alle in brakwater voorkomen) en vijf

A Gebied	B No. in fig. 1	C Plantengemeen- schappen	D taxa	E Optimum kiemtemp.
Noord-Europa	1, 2, 3	— <i>Ruppium maritima</i> — <i>Ruppium cirrhosae</i>	<i>Ruppia maritima</i> var. <i>maritima</i> <i>Ruppia maritima</i> var. <i>brevirostris</i> * <i>Ruppia cirrhosa</i> * <i>Zannichellia palustris</i> ssp. <i>repens</i> * <i>Zannichellia major</i> *	— — — 24°C —
Centrale deel West Europese kustzone	4, 6, 7 Neder- land	— <i>Zannichellietum pedunculatae</i> — <i>Ranunculetum baudotii</i> — <i>Ruppium maritima</i> — <i>Ruppium cirrhosae</i>	<i>Ruppia maritima</i> * var. <i>maritima</i> <i>Ruppia maritima</i> var. <i>brevirostris</i> <i>Ruppia cirrhosa</i> * <i>Zannichellia pedunculata</i>	± 20°C — — 20°C
Zuid Europa	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	— <i>Zannichellietum peltatae</i> — <i>Ranunculetum baudotii</i> — <i>Zannichellietum pedunculatae</i> — <i>Ruppium drepanensis</i>	<i>Ruppia maritima</i> * var. <i>maritima</i> <i>Ruppia maritima</i> var. <i>brevirostris</i> <i>Ruppia maritima</i> var. <i>longipes</i> *	± 20°C — 8°C
Zuid Europa		— <i>Ruppium brevirostris</i> — <i>Cladophoro-Ruppium cirrhosae</i>	<i>Ruppia cirrhosa</i> * <i>Ruppia drepanensis</i> * <i>Zannichellia peltata</i> * <i>Zannichellia pedunculata</i>	— 10°C 12°C 20°C

Tabel 1

— Overzicht van brakwater gebieden in West-Europa met gegevens omtrent de plantengemeenschappen en de oecologische karakteristieken van de taxa behorende tot de geslachten *Ruppia* en *Zannichellia*. Een * geeft aan in welk gebied het taxon veel voorkomt.

— Survey of brackishwater areas in western Europe. A. Zone; B. Area; C. Plant community type; D. Taxa (* indicates the area in which it is widely distributed); E. Optimum germination temperature.

Zannichellia taxa (op één na, n.l. *Zannichellia palustris* ssp. *palustris*, in brakwater voorkomend) bestudeerd.

In grote lijnen kan men stellen dat er twee typen levensstrategie zijn; een gericht op de vegetatieve overleving en één gericht op de productie van zaden ter overleving.

Binnen het geslacht *Zannichellia* is *Z. major* een duidelijk overjarige soort. Er mag in het milieu waarin deze soort voorkomt dan ook niet te veel mis gaan, omdat bij afsterven van de plant er geen zaden in het milieu aanwezig zijn om voor een nieuwe generatie te zorgen.

Voor de afsluiting van de Zuiderzee stond deze robuuste soort daar in het brakke, heldere water. Zonder dat men het wist heeft men in de jaren dertig de zuidelijkste brakke binnenzee van het 'noordse' type in West-Europa afgesloten. Daarmee is ook *Zannichellia major* voor de Nederlandse flora verloren gegaan.

Ook Spiraalruppia is zo'n soort zonder een grote zadenproductie.

Bij de andere taxa van *Zannichellia* en *Ruppia* liggen de zaken echter anders. Bij het bestuderen van de kiemingsoecologie van deze taxa viel onmiddellijk op dat de optimale kiemtemperaturen van de verschillende taxa binnen één geslacht aanzienlijk uiteenliepen.

Zo zien we (Tabel 1), dat binnen het geslacht *Zannichellia* deze temperatuur voor het Zuid-Europese taxon (*Zannichellia peltata*) laag is ($\pm 12^\circ\text{C}$), voor het taxon dat in het centrale gedeelte van West-Europa (waaronder Nederland) verspreid is (*Zannichellia pedunculata*) ongeveer 20°C bedraagt, en voor de tot de noordelijke gebieden beperkte *Zannichellia palustris* ssp. *repens* ongeveer 24°C . Voor het laatste taxon geldt bovendien dat wanneer de zaden die in de zomer geproduceerd zijn geen koude-shock ($\pm 4^\circ\text{C}$) krijgen, zij niet kunnen kiemen. Dat is maar goed ook, want 's winters zijn alle wateren op die breedtegraden bevroren! Daarom is zo'n hoge optimale kiemtemperatuur ook zo gunstig. Alles is er op gericht om in de zomer tot ontwikkeling te komen.

In Zuid-Europa daarentegen is het gunstig bij lage temperaturen te kiemen. In de winter is er immers water en in de zomer vaak niet!

De genoemde verschillen in optimum temperatuur bewerkstelligen dat er in Zuid-Europa dan ook winterannu-

elle vegetaties voorkomen en in Noord-Europa zomerannuelle. Nederland neemt wat dat betreft enigszins een tussenpositie in, wat ook al blijkt uit de optimum kiemtemperatuur van *Zannichellia pedunculata*, die in Nederland veel voorkomt langs de kust.

Toen het geslacht *Ruppia* aan een nadere studie werd onderworpen nadat Verhoeven (1979, 1980a, 1980b) zijn uitgebreide studies had afgerond bleek hier iets dergelijks aan de hand te zijn (Van Vierssen et al., 1984; zie ook Tabel 1).

Samenvattend kan dan ook gesteld worden dat de periode van maximale waterplantenproductie in Zuid-Europa in de winter valt, en dat deze, hoe verder we naar het noorden gaan steeds meer naar de zomer verschuift.

Relaties tussen dieren en planten

De relaties tussen de dieren in het water en de waterplanten zijn van velerlei aard. Veel directe relaties zijn er overigens niet. Veel brakwaterplanten zien er ongeveer hetzelfde uit en vervullen dezelfde functies in het systeem, nl. als schuilplaats, substraat om eieren op af te zetten (en deze zodoende niet in aanraking met de zuurstofarme bodem te laten komen), aanhechtingsplaats voor algen en voedsel voor vogels.

Inmiddels is al wel duidelijk geworden dat de aanwezigheid van waterplanten de soortenrijkdom van de fauna ten goede komt, en tevens productieverhogend werkt (los van de eigen bijdrage).

In Tabel 2 is samengevat welke soorten vogels in een aantal gebieden met brakke wateren in West-Europa in grote aantallen aanwezig zijn. Het gaat hierbij om soorten die op en rond de besproken brakke oecosystemen voorkomen. Wanneer de aanwezigheid van een aantal van deze soorten in de verschillende gebieden nader bestudeerd wordt, blijkt dat deze aanwezigheid meestal samenvalt met de piek in de productiviteit van het oecosysteem, die door de kiemingsoecologie van de waterplanten bepaald wordt. In Noord-Europa spelen vergelijkbare mechanismen een rol.

De hoge optimum kiemtemperaturen zijn verantwoordelijk voor een maximale productie in de zomer. In ons land is de periode waarin de waterplantenproductie tamelijk hoog is vrij lang. (juni-september).

Beïnvloedingen van buiten af

Veel van de besproken oecosystemen staan onder zware druk. De beïnvloedingen zijn verschillend van aard. In Noord-Europa speelt de eutrofiëring een grote rol. Gedurende de laatste jaren is het fosfaatgehalte van de Oostzee aanzienlijk toegenomen (in tien jaar tijd vertwintigvoudigd!). In Nederland kennen we dit probleem maar al te goed. Onze brakke kranswervevegetaties zijn al decennia lang niet meer te bewonderen. Hoewel nauwelijks voorstelbaar, komt het ook nog voor dat men watertjes dempt met huisvuil, vooral de wat kleine poelen (b.v. brakke dobben in Noord-Friesland).

Hoewel het gebruik van bestrijdingsmiddelen bij het beheer van watergangen gelukkig drastisch is afgenomen, is het triest te moeten constateren dat in het zuid-westen van Nederland sommigen 'de spuit' nog graag hanteren (Reeders, 1983).

Landaanwinning bedreigt ook nog steeds vele brakke wateren. In Nederland hoeven we maar te denken aan (alweer) het buitendijkse gebied in Noord-Friesland waar zo'n 50 brakke dobben in hun bestaan bedreigd worden.

Zeer positief is echter het overleg te noemen dat gevoerd is in het kader van de dijkverzwaringen op Texel. Toen in 1977 begonnen werd met de werkzaamheden, is het tracé van de waddijk aan de oostkant van het eiland, in overleg met Rijkswaterstaat, zo gekozen dat vele brakke milieus gespaard zijn. Bovendien ontstonden er nieuwe brakke milieus. Wanneer men het gebied rond 'De Bol' op Texel nu bezoekt (fig. 2), en men ziet er de rijke vogelwereld, dan stemt het zeer tevreden dat er hier een voorbeeld ligt van een creatieve samenwerking tussen 'natuur' en 'techniek'.

Helaas is het met de brakke wetlands in Zuid-Europa veelal zeer slecht gesteld (Van Vierssen, 1983). Op veel plaatsen verdwijnen lagunes en plassen door landaanwinning en het gebruik als vuilnisbelt. Ook is het niveau van de nutriëntenbelasting alarmerend. De irrigatiekanalen tussen veel rijstvelden bevatten overduidelijk de vele schadelijke stoffen die bij die teelt gebruikt worden. Het eens zo rijke gebied van de Ebro delta is practisch geheel opgeofferd aan de rijstteelt. Langs de Middellandse Zee bedreigt het toerisme vele kleinere gebieden.

In de Camargue liggen echter nog



gebied															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
soort	Botnische Golf	Zuidelijke Oostzee	Deense kust	Chesil Fleet (Engeland)	Deltagebied (Nederland)	Vendée (Frankrijk)	Arcachon (Frankrijk)	Camargue (Frankrijk)	Sardinië	Corsica	Italië (oostkust)	Italië (westkust)	Ebro delta (Spanje)	Aveiro regio (Portugal)	Guadalquivir delta (Spanje)
Wilde Eend	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Kuifeend		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Smient	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Meerkoet		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Waterhoen		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Pijlstaart			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Slobeend				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Tafeleend				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Bergeend		•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•
Wintertaling				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Krakeend					•	•	•	•			•	•	•	•	•
Brilduiker	•	•	•	•	•	•					•				
Zwarte Zeeëend		•	•			•	•						•	•	•
Grauwe Gans					•		•				•		•	•	•
Toppereend	•	•	•		•	•									
Knobbelzwaan		•	•	•	•		•								
Nonnetje		•	•		•	•					•				
Krooneend							•	•	•				•		•
Zomertaling					•	•	•			•	•				
Witoogeend						•	•		•		•				
Wilde Zwaan		•	•		•	•									
Parelduiker		•	•		•	•									
Canadese Gans		•	•	•	•										
Rotgans				•	•	•	•								
IJseend	•	•	•												
Grote Zeeëend	•	•	•												
Fuut				•	•					•					
Flamingo								•					•		•
Witkopeend															•
Kleine Zwaan					•										

Tabel 2
Brakwater gebieden (voor betekenis nummer zie fig. 1) in West-Europa met een overzicht betreffende de vogelwereld.

Brackishwater areas (numbers corresponding with those in fig. 1) in western Europe and its species composition of the waterfowl.

enkele oasen van rust. Hier zijn reservaten aanwezig waar elke menselijke activiteit verboden is. Essentieel is dat er ook vaak een goede controle is.

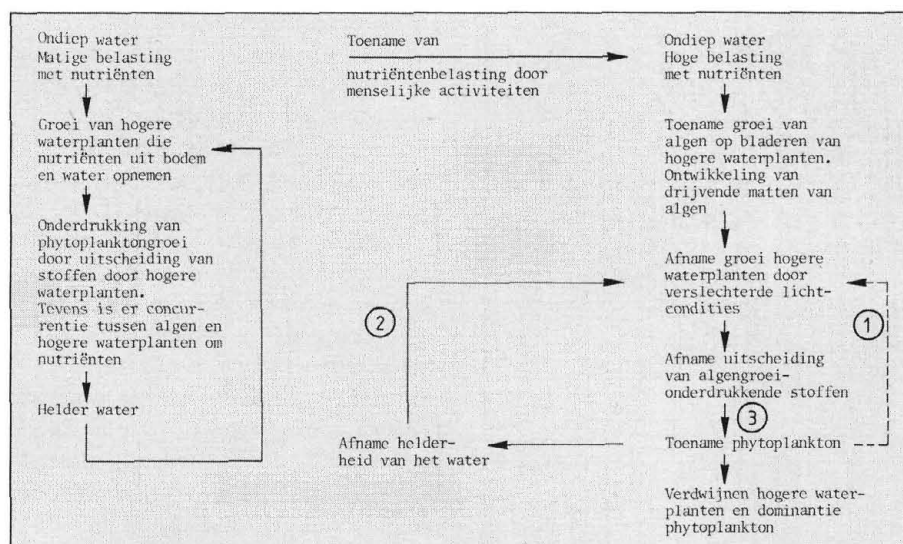
In centraal Spanje, rond de Tablas de Daimiel, verdwijnen de borden met educatieve mededelingen onder het huisvuil. In dit gebied met z'n vele bittermeertjes is de vernietiging van een uniek milieu-type in volle gang.

Een prachtig gebied is nog te vinden aan de westkust van Portugal bij de stad Aveiro. Ondanks het toerisme, verkeert dit gebied met z'n vele brakke lagunes nog in een uitstekende staat. De kleinschalige visserij (met zeilbootjes) die er bedreven wordt laat zien hoe de mens hier al eeuwen in harmonie met de natuur leeft. Men kan zich echter afvragen of ook hier de economische ontwikkelingen niet zeer spoedig een schaalvergroting 'noodzakelijk' zullen maken.

Hoe werkt eutrofiëring in op het systeem?

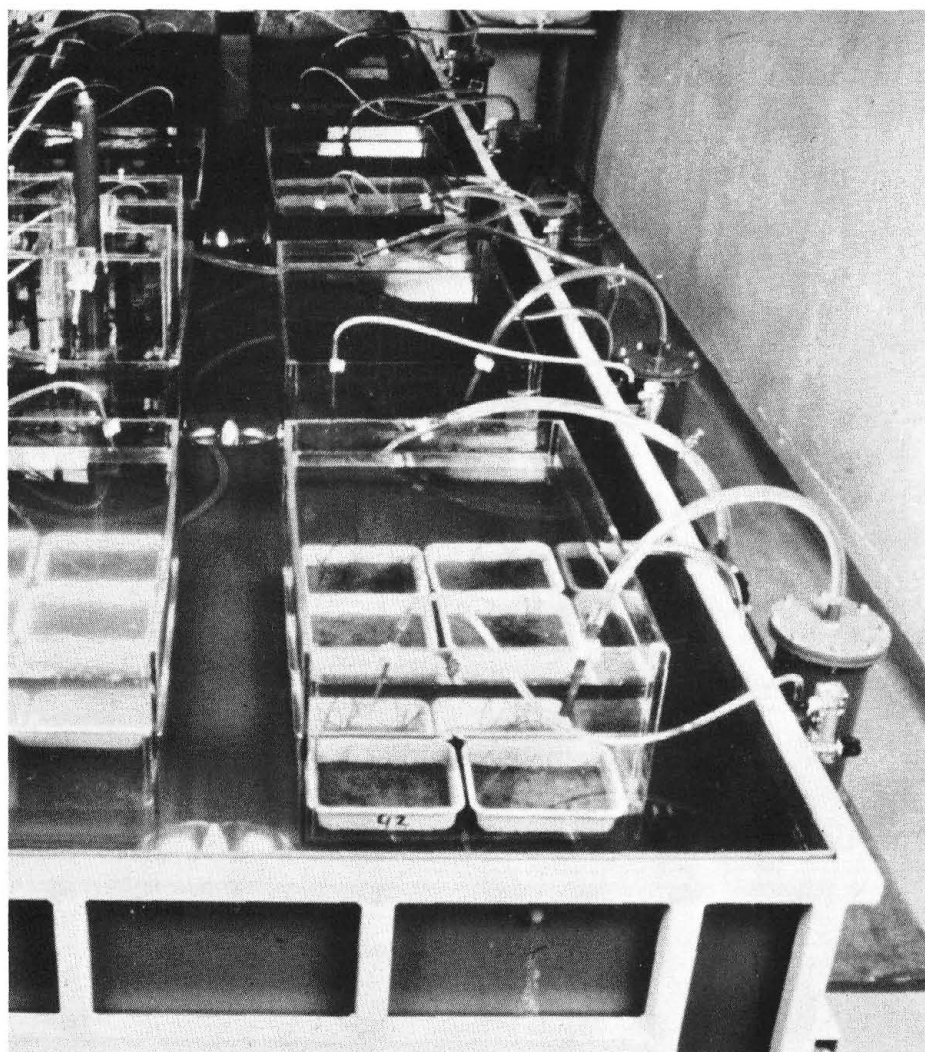
Zoals uit het bovenstaande blijkt, is de eutrofiëring een bedreiging waarmee de meeste brakke wateren te maken hebben. Deze verrijking van het water wordt veelal verantwoordelijk gesteld voor het verdwijnen van waterplanten. Men stelt dat de optredende algenbloei (als gevolg van de eutrofiëring) het doordringen van het licht in het water bemoeilijkt, zodat waterplanten te weinig licht ontvangen. Dit lijkt een redelijke verklaring voor het verschijnsel dat waterplanten verdwijnen, doch hierbij worden oorzaak en gevolg waarschijnlijk enigszins verward.

Omdat het werkingsmechanisme van de eutrofiëring ook voor het beheer van wetlands van groot belang is, wordt sinds enkele jaren bij de vakgroep Natuurbeheer van de Landbouwhogeschool, naast ander onderzoek, ook uitgebreid onderzoek verricht naar de relaties tussen de groei van waterplanten en algen onder eutrofe condities. Het onderzoek wordt zowel in een aantal proefopstellingen in Wageningen uitgevoerd (klimaatkamers, kweek-opstellingen voor studies aan waterplanten, fig. 4), alsook op Texel waar men gebruik maakt van de faciliteiten van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer. Als basis voor het werk dient het model dat door Phillips et al. (1978) is uitgewerkt. In fig. 3 is het principe hiervan weergegeven. Zij stellen de toename van aangegroeide kleine algen (epiphyten) op de bladeren van water-



Figuur 3 Schematische weergave van de relaties tussen groei van algen en waterplanten volgens het model van Philips et al. (1978). De nummers 1-3 verwijzen naar relaties bestudeerd in Wageningen.

Schematic representation of relationship between the growth of algae and aquatic macrophytes according to the model of Philips et al. (1978). Numbers 1-3 refer to relationships studied in Wageningen.



Figuur 4 Proefopstellingen t.b.v. onderzoek aan aquatische systemen, LH Wageningen.

Experimental set-ups to study aquatic ecosystems, Agricultural University, Wageningen.

planten bij hoge nutriëntenbelasting verantwoordelijk voor het verdwijnen van deze waterplanten. Dit zou gebeuren omdat de waterplant niet genoeg stoffen meer produceert die de zwevende algen (phytoplankton) in hun groei kunnen remmen, doordat er door de epiphyten te veel licht wordt weggevangen en de waterplant dus minder goed groeit. De zich nu beter ontwikkelende zwevende algen vangen bovendien weer meer licht weg, zodat alles er nog somberder uitziet voor de waterplant.

Het onderzoek in Wageningen concentreert zich op dit moment op de relaties aangegeven in fig. 3 met 1, 2 en 3.

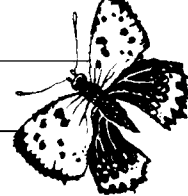
Inmiddels lijkt het al wel duidelijk dat in veel ondiepe wateren (niet dieper dan 2 m) niet alleen het lichtklimaat verantwoordelijk gesteld kan worden voor het verdwijnen van de waterplanten (zie relatie 2).

Ook de door Phillips et al. (1978) veronderstelde relatie 3 is nader bestudeerd. Het bleek inderdaad mogelijk om met gefiltreerd medium waarin waterplanten hadden gestaan, de groei van een algenpopulatie te onderdrukken.

Het meest interessante dat tot nu toe gevonden is, heeft betrekking op een relatie tussen de groei van zwevende algen en de groei van waterplanten, waarbij filtraat van een algencultuur de zuurstofproductie van waterplanten ernstig remde (gestippelde relatie in fig. 3). Dit zgn. allelopatische effect was overduidelijk en kon ook worden gekwantificeerd. Aangetoond werd dat bij phytoplankton dichtheden die onder eutrofe condities 'normaal' zijn in de natuur, ongeveer 50% (!) reductie in waterplantengroei verwacht kan worden. Het weggevangen licht zal ook nog wel een rol spelen, doch de eigenlijke schade aan de waterplanten wordt toch wel aangericht door de excretieprodukten van de algen.

Het is nog te vroeg om het model van Phillips et al. (1978) in een aangepaste definitieve vorm te gieten.

Wel lijkt voldoende aangetoond dat waterplanten door het uitscheiden van algen-remmende stoffen de effecten (algenbloei) van eutrofiëring kunnen dempen. Wanneer waterplanten echter, door wat voor een oorzaak ook, geconfronteerd worden met een algenbloei (en blauwwieren spelen daarbij waarschijnlijk een grote rol) en de excretieprodukten van de algen, dan zal het moeilijk zijn voor de hogere waterplanten, on-



danks voldoende licht, het milieu weer te koloniseren.

Dit betekent dan een duidelijk verlies voor het betreffende oecosysteem, want de dierenwereld zal veel minder divers zijn en veel minder productief.

Uiteindelijk zullen dit soort effecten ook hun invloed hebben op de vogelstand.

Samenvattende conclusies:

De brakke wetlands zoals hier besproken vormen binnen West-Europa een samenhangend geheel.

De oecologie van de taxa laat zien dat zij, in ieder deel van West-Europa op een andere manier, zijn aangepast aan de specifieke omstandigheden. Ook de plantengemeenschappen verschillen van gebied tot gebied.

Als verbindende schakel tussen de verschillende brakke oecosystemen in West-Europa zou men de trekkende watervogels kunnen beschouwen. 's Winters kunnen zij voor plantaardig voedsel in Zuid-Europa terecht en 's zomers in Noord-Europa, dit alles is in feite mogelijk gemaakt door de programmering van waterplantenzaden.

Wanneer men dit soort mechanismen ziet, kan niet anders geconcludeerd worden dan dat de bescherming van wetlands alleen succesvol kan zijn wanneer dit gecoördineerd in een internationaal verband geschiedt. Geen onverwachte conclusie! Dat daarbij overigens nog andere oecosysteemkenmerken dan slechts die gebaseerd op de vogelrijkdom, een rol behoren te spelen, lijkt met de bespreking van het brakke water voldoende geïllustreerd te zijn. Bovendien is het aan te bevelen in het kader van de vogelbescherming ruim aandacht te besteden aan de studie van processen die ten grondslag liggen aan de productiviteit van de wetlands en aan de bedreigingen van buiten af op deze processen. De toekomst van veel wetlands staat op het spel.

Literatuur

Phillips, G. L., D. F. Eminson en B. Moss, 1978. A mechanism to account for macrophyte decline in progressively eutrophicated freshwaters. *Aquatic Botany*, 4: 103-126.
Reeders, H. H., 1983. Anthropogene invloeden op West-Europese brakwater oecosystemen. Verslag vakgroep Natuurbeheer, LH

Wageningen, no 687.

Van Vierssen, W., 1982a. The ecology of communities dominated by *Zannichellia* taxa in western Europe. I. Characterization and autecology of the *Zannichellia* taxa. *Aquatic Botany*, 12: 103-155.

Van Vierssen, W., 1982b. The ecology of communities dominated by *Zannichellia* taxa in western Europe. II. Distribution, synecology and productivity aspects in relation to environmental factors. *Aquatic Botany*, 13: 385-483.

Van Vierssen, W., 1982c. Reproductive strategies of *Zannichellia* taxa in western Europe. In: J. J. Symoens, S. S. Hooper en P. Compère. *Studies on Aquatic Vascular Plants*. Royal Botanical Society of Belgium, Brussels, p. 144-149.

Van Vierssen, W., 1983. The influence of human activities on the functioning of macrophyte-dominated aquatic ecosystems in the coastal area of western Europe. *Proc. Int. Symp. Aquat. Macrophytes*, Nijmegen, 18-23 September 1983, 273-281.

Van Vierssen, W. & R. J. van Wijk, 1982. On the identity and autecology of *Zannichellia peltata* Bertol. in western Europe. *Aquatic Botany*, 13: 367-383.

Van Vierssen, W. & J. T. A. Verhoeven, 1983. Plant and animal communities in brackish supra-littoral pools ('dobben') in the northern part of the Netherlands. *Hydrobiologia*, 98: 203-221.

Van Vierssen, W., C. M. van Kessel & J. R. van der Zee, 1984. On the germination of seeds of *Ruppia* taxa in western Europe. *Aquatic Botany* (in press).

Van Wijk, R. J., 1983. Life-cycles and reproductive strategies of *Potamogeton pectinatus* L. in the Netherlands and the Camarque (France). *Proc. Int. Symp. Aquat. Macrophytes*, Nijmegen, 18-23 September, 1983: 317-321.

Verhoeven, J. T. A., 1979. The ecology of *Ruppia*-dominated communities in western Europe. I. Distribution of *Ruppia* representatives in relation to their autecology. *Aquatic Botany*, 6: 197-268.

Verhoeven, J. T. A., 1980a. The ecology of *Ruppia*-dominated communities in western Europe. II. Synecological classification. Structure and dynamics of the macroflora and macrofauna communities. *Aquatic Botany*, 8: 1-85.

Verhoeven, J. T. A., 1980b. The ecology of *Ruppia*-dominated communities in western Europe. III. Aspects of production, consumption and decomposition. *Aquatic Botany*, 8: 209-253.

Verhoeven, J. T. A., R. P. W. M. Jacobs & W. van Vierssen, 1982. Life strategies of aquatic plants: some critical notes and recommendations for further research. In: J. J. Symoens, S. S. Hooper, and P. Compère. *Studies on Aquatic Vascular Plants*. Royal Botanical Society of Belgium, Brussels. p. 158-164.

Summary

Some aspects of ecological research concerning the preservation and management of wetlands

In western Europe ecosystems of brackish waters contain a variety of community types. The brackish waters in northern Europe (Baltic) are richer in plant species than those in the central part of western Europe and southern Europe.

The main cause of these differences is found in the importance of the chlorinity and the desiccation in summer as ecological factors. In southern Europe these factors cause an instability of habitat types which is not found in northern latitudes.

In southern Europe the macrophyte production is highest in winter and in northern Europe highest in summer. This is caused by the different germination ecology of the genetically different brackish waterplants. Waterfowl is a characteristic element of most brackishwater ecosystems. The migration of these birds fits well in the autotrophic production scheme in the waters.

It can be concluded that the preservation of these wetlands can only be guaranteed by international cooperation.

Dr. W. van Vierssen
Vakgroep Natuurbeheer,
Landbouwhogeschool
Ritzema Bosweg 32a
6703 AZ Wageningen