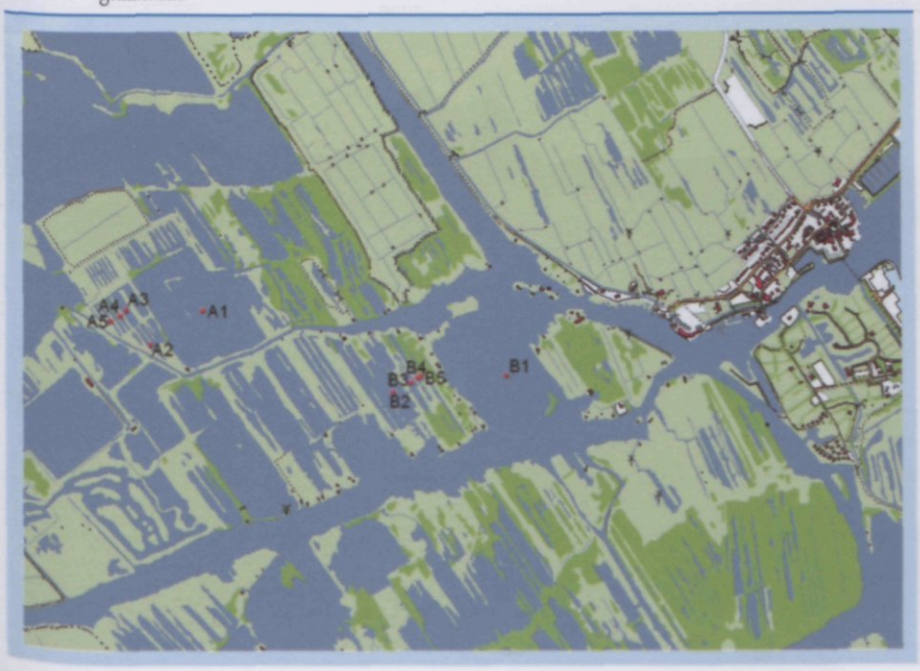
Gradiënten in begroeiing van petgaten in de Alde Feanen

THEO CLAASSEN, WETTERSKIP FRYSLÂN
BIRGITTA BRANS-VAN MEGEN, WETTERSKIP FRYSLÂN

Eutrofiëring vormt in vele Nederlandse wateren een knelpunt voor het behalen van waterkwaliteitsdoelen. Voor laagveenmoerasgebieden kenmerken die doelen zich door heldere wateren, begroeid met planten en een daarbij behorende visstand met snoek en zeelt. Voor ondiepe laagveenplassen wordt de vegetatie in vroege stadia gekenmerkt door kranswieren en fonteinkruiden, maar ook algemene soorten als groot blaasjeskruid, gele plomp en witte waterlelie. In de loop van de tijd gaat met name krabbescheer domineren en gaan zich drijftillen vormen. Voor matig grote ondiepe laagveenplassen noemt de Kaderrichtlijn Water 'een weelderige watervegetatie met langs de oevers drijfbladplanten en een brede gordel aan emergente soorten, waarin riet en kleine lisdodde over het algemeen domineren en waar door verlandingsprocessen regelmatig krabbescheer, waterscheerling en moerasvaren voorkomen'[9].

Door eutrofiëring is de huidige situatie vaak, ook in de Alde Feanen (dat op 26 april jl. de status van Nationaal Park verwierf), ver verwijderd van deze referentietoestand. Het water is door algen troebel en groen gekleurd, onderwaterplanten komen nauwelijks voor en de oevervegetatie, indien aanwezig, komt slechts langs een smalle zone voor. Wanneer de nutriëntenconcentraties al zijn verlaagd, kan het nog lang duren voordat een omslag van een troebel naar een helder watersysteem optreedt. Om onderwaterplanten terug te krijgen zullen de nutriëntengehaltes verder verlaagd moeten worden dan het nutriëntenniveau waarop die planten zijn verdwenen. Dit fenomeen staat bekend als hysterese[5,7]. De omslag van troebel naar helder wordt geremd door negatieve feedbackmechanismen[4]. Actief ingrijpen in het voedselweb kan een versnelde omslag mogelijk maken[6]. Biomanipulatie is daarvan een bekend voorbeeld[8,10]. Het watersysteem wordt via een shocktherapie in een andere, stabiele constellatie gebracht. Bij eenzelfde nutriëntengehalte kan dus zowel een troebel als een helder watersysteem bestaan[11,12].

Afb. 1: *De Alde Feanen bij Eernewoude (rechts), met enkele deelgebieden en de ligging van de meetpunten in beide gradiënten.*



In het boezemwater (Sânemar, nr. B1, 14 ha) variëren de totaal stikstofgehaltes van 2 tot 9 mg/l (met de maxima in de winter) en de totaal fosfaatgehaltes van 0.1 tot 0.4 mg/l. Het chlorofylgehalte kent zomermaxima van circa 150 µg/l. In de grote plas van het Izakswiid (nr. A1, 13.5 ha) vertonen zowel stikstoftotaal als fosfaattotaal en chlorofyl zomermaxima met waarden tot respectievelijk 8 mg/l, 0.6 mg/l en 200-500 µg/l. Onderwaterplanten ontbreken op beide locaties (zie tabel 1).

Maatregelen

In Frieslands grootste laagveenmoerasgebied de Alde Feanen zijn vanaf eind jaren tachtig vele herstelmaatregelen uitgevoerd om de waterkwaliteit te verbeteren[3]. De aanpak van de eutrofiëring stond daarbij voorop. Het boezemwater zelf stond en staat als eutroof te boek. Onderwaterplanten ontbreken vrijwel en de visstand wordt overheerst door brasem. In verschillende deelgebieden is, na hydrologische isolatie van die petgatengebieden van boezemwater, gebaggerd, actief biologisch beheer uitgevoerd of de waterhuishouding aangepakt. Deze maatregelen zijn zowel afzonderlijk als in onderlinge combinaties uitgevoerd, maar hebben nergens tot momentane markante verbeteringen geleid. De hiervoor genoemde feedbackmechanismen en weerstand tot verandering zijn daar debet aan. Wel is een algemene trend van waterkwaliteitsverbetering waarneembaar.

Wanneer de waterkwaliteit op sommige locaties verbeterde en waterplanten verschenen, was dat veelal van korte duur. In enkele petgaten van het afgesloten deelgebied Tusken Sleatten verscheen in 1997 massaal krabbescheer. Enkele jaren later verdween deze plant weer even spectaculair. Eenzelfde fenomeen trad op in de boezemplas Saiterpetten met het verschijnen in begin jaren negentig van glanzig fonteinkruid. Tussen 1994 en 1998 nam de bedekking nog iets toe, waarna in 2001 deze vegetatie weer verdween.

De oorzaken van deze slechts kortdurende waterkwaliteitsverbeteringen of anders gezegd van de plotselinge waterkwaliteitsverslechteringen zijn niet bekend. Een verklaring kan zijn dat deze wateren zich, qua nutriëntenni-

Ceratophyllum demersum oftewel grof hoornblad is naar groeivorm een pleustofyt: grotere vrij in het water zwevende waterplanten, die in de zomer nabij het oppervlak drijven en in de herfst naar de bodem zakken om daar te overwinteren met turionen. Pleustofyten komen vooral voor op plekken waar de wind(werking) weinig invloed heeft. Deze plant haalt de benodigde voedingsstoffen vrijwel geheel uit het water en is daarmee een voedselconcurrent voor algen. *C. demersum* indiceert eutroof water en kan een stadium in de verlanding van voedselrijke zoetwaterplassen vormen, voorafgaand aan een krabbescheervegetatie. De aangetroffen vegetatie van grof hoornblad kan als aparte laag-georganiseerde gemeenschap (Ceratophyllion-verbond) worden aangemerkt of als een rompgemeenschap binnen de orde van fonteinkruiden en waterlelies.

veaus, bevinden nabij het omslagpunt van stabiel troebel naar stabiel helder en vice versa. Kleine veranderingen in omstandigheden kunnen dan ecologische veranderingen katalyseren, waarbij blijkbaar troebele situaties gemakkelijker optreden dan heldere situaties.

Gradiënten in begroeiing

In de periode 1987-2000 zijn verschillende deelgebieden onderzocht, waarbij veelal één meetlocatie per deelgebied was gekozen als representatief voor dat gebied. In enkele gebieden lagen meerdere bemonsteringslocaties voor de afzonderlijke grotere plassen daarbinnen. Opmerkelijk was echter dat er enkele locaties waren waar wel (onder)waterplanten groeiden, zonder dat daar maatregelen waren getroffen. Die locaties bevonden zich zowel in het boezemsysteem (Skrome lân) als in enkele afgesloten deelgebieden (40-Mêd en Izakswiid). In het Skrome lân is deze vegetatie sinds ongeveer 1990 aanwezig. Ook in de kleinere westelijke petgaten van het Izakswiid komt onderwatervegetatie al van oudsher voor.

Om de locaties beter te beschrijven en een mogelijke verklaring te vinden voor het langdurige voorkomen van die vegetatie is in 2004 en 2005 een gradiëntenonderzoek uitgevoerd, waarvan hier enkele resultaten worden gegeven[1]. Een serie met vijf meetlocaties lag in het Izakswiid, een van de boezem afgesloten deelgebied (A1 t/m A5); een tweede serie in het boezemwater (B1 t/m B5). Het Izakswiid is in april 1990 van de boezem geïsoleerd, waarna in 1991 de brasemstand is uitgedund. In het boezemwater zijn geen specifieke herstelmaatregelen uitgevoerd. In afbeelding 2 zijn de bedekkingspercentages gegeven van de drijflaag en de onderwaterlaag in beide series van vijf meetpunten.

Op de locaties A1 en B1 ontbreken onderwaterplanten. De laatste twee petgaten van beide series kennen een overmatige groei van onderwaterplanten, vrijwel geheel bestaande uit grof hoornblad. Andere aangetroffen submerse soorten (in afnemende abundantie) zijn smalle waterpest, stomp fonteinkruid, puntkroos, gewoon blaasjeskruid en glanswier. Drijvende vegetatie, bestaande uit witte waterlelie, gele plomp, kikkerbeet en klein kroos, komt het meest voor in de tussenliggende petgaten. In sommige kleinere petgaten zijn draadalgen aangetroffen in de vorm van flab (zie tabel 1).

Fytoplankton

In het boezemwater overheersten tot 1994 blauwalgen, met name *Planktotrix agardhii*. Nadien namen de blauwalgen- en *P. agardhii*-dominantie iets af. De laatste jaren is het aandeel van kiezelalgen periodiek aanzienlijk. In het Izakswiid is het aandeel van groenalgen en overige algengroepen steeds groter dan in het boezemwater. Van de blauwalgen komen vooral *P. agardhii* en *Anabaena flos-aquae* veel voor.

Een groot aantal soorten algen is in de fytoplanktonmonsters aangetroffen, van 20 tot 83 soorten in een monster. Het monster van punt A3 had met 83 soorten in juli 2005 het grootste aantal, het monster van punt A5 met 20 soorten had het geringste aantal in september 2004. Per serie van drie monsters per jaar was vrijwel steeds het aprilmonster het soortenarmst.

Tussen 2004 en 2005 bestaan duidelijke verschillen in het aandeel blauwalgen (minder in 2004, meer in 2005). Voor het boezemsysteem is dit verschil groter dan voor het Izakswiid. In 2004 worden in gradiënt B nauwelijks blauwalgen aangetroffen. In 2005 echter wel: circa 70 procent op punt B1, afnemend tot 20 procent op de volgende twee punten (B2 en B3) en 10 procent op de laatste twee punten (B4 en B5). Een vergelijkbaar verschil tussen 2004 en 2005 is aangetroffen in het Izakswiid: weinig blauwalgen in 2004 (met uitzondering van punt A1), meer in 2005.

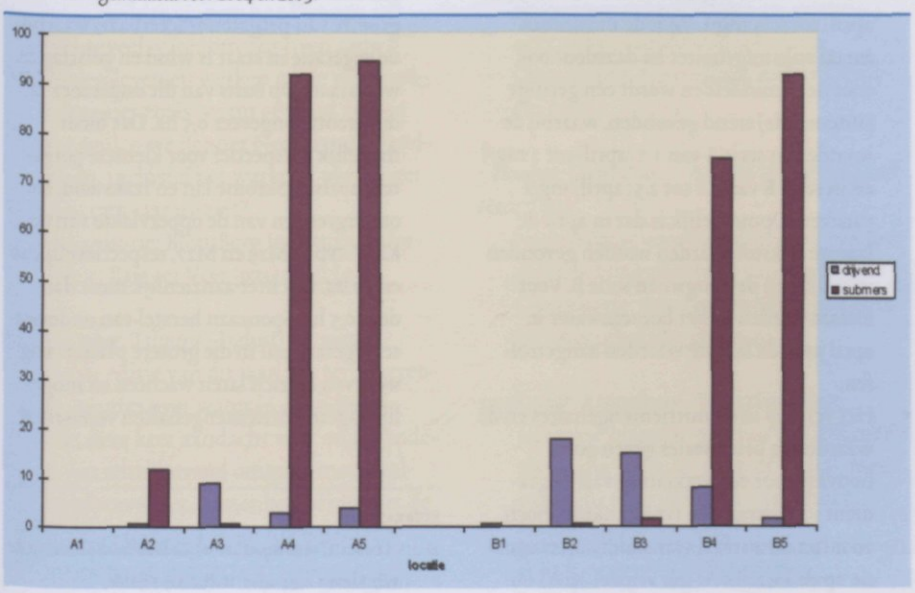
Groenalgen zijn steeds op alle locaties in beperkte hoeveelheden aangetroffen. Beide gradiënten verschillen daarin onderling weinig. Diatomeeën maken in het boezemsysteem (met soms een aandeel tot 70 procent) iets meer van de algensamenstelling uit dan in het

Tabel 1. Bedekkingspercentages van flab en de emerse, drijf- en submerse vegetatie op de vijf locaties van beide series, gemiddeld voor 2004 en 2005.

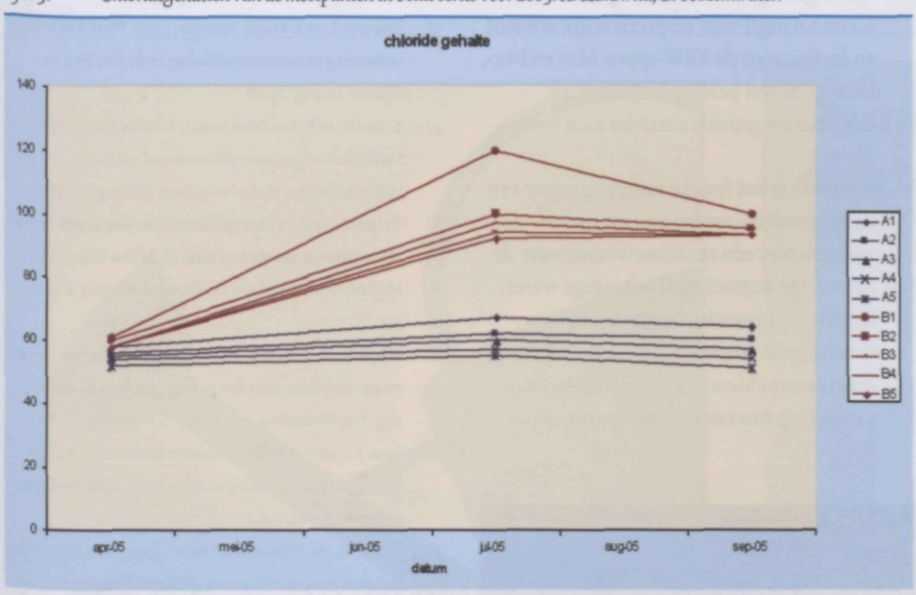
locatie	emers	drijvend	submers	flab
A1	1	0	0	1
A2	2	1	12	0
A3	2	9	1	0
A4	2	3	92	5
A5	4	4	95	2
B1	2	1	0	0
B2	2	18	1	0
B3	2	15	2	0
B4	2	8	75	8
B5	3	2	92	0

Izakswiid (met soms een aandeel tot 35 procent). Niet altijd ligt dat maximumpercentage in april. De 'overige algengroepen' vormen het grootste aandeel in de aantallen algen: in de petgaten van Skrome lân tot circa 70 procent en in de laatste petgaten van serie A tot ongeveer 90 procent. Vooral *Cryptomonas* komt daar met grote aantallen voor.

Afb. 2: Bedekkingspercentages van drijvende en submerse vegetatie op de vijf meetpunten van beide gradiënten, gemiddeld voor 2004 en 2005.



Afb. 3: Chloridegehalten van de meetpunten in beide series voor 2005. A: Izakswiid; B: boezemwater.



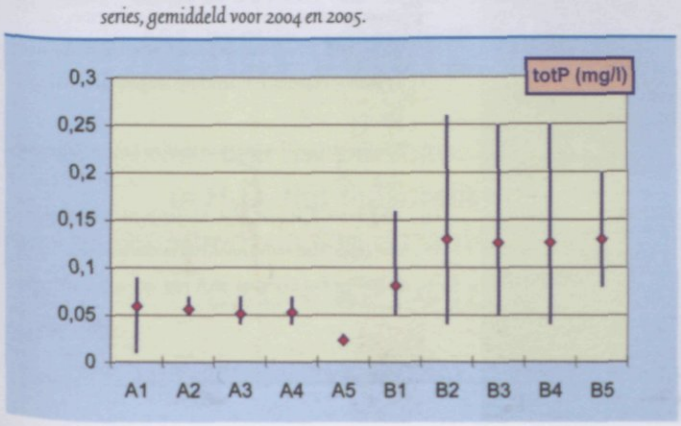
Chemische karakteristiek van de gradiënten

Het chloridegehalte in de boezemserie vertoont een seizoensperiodiciteit met de grootste invloed van inlaatwater (uiteindelijk vanuit het IJsselmeer) in de zomer. Het open boezemwater (B1) wordt het sterkste beïnvloed, de andere locaties meer gedempt naarmate de afstand tot het open boezemsysteem toeneemt. De totale gemeten spreiding varieert van 58 tot 120 mg/l (afbeelding 3). In de Izakswiidserie is deze spreiding minimaal en varieert van 51 tot 74 mg/l. Ook seizoensvariatie is er nauwelijks, evenmin als verschillen tussen de vijf locaties. Deze (geringe) verschillen duiden overigens wel op een (geringe) gradiënt: gaande vanaf A1 is er blijkbaar steeds minder beïnvloeding door boezemwater. In april is het chloridegehalte op alle tien locaties vrijwel gelijk. In patronen van chloridegehaltes bestaan per serie nauwelijks verschillen tussen 2004 en 2005.

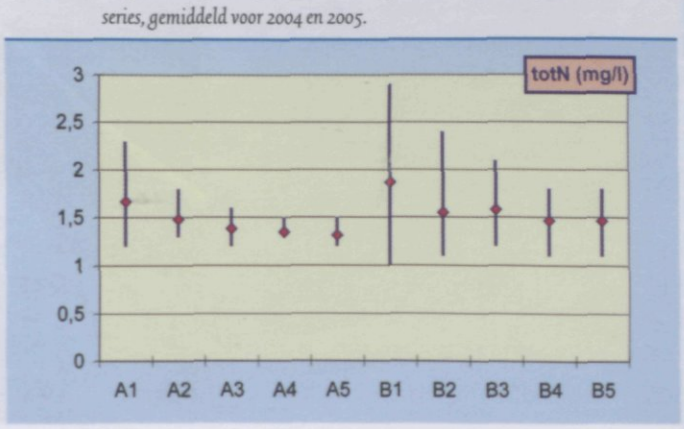
Het gehalte totaalfosfaat ligt in de boezemserie (0.04 - 0.26 mg/l) hoger dan in de Izakswiidserie (0.01 - 0.09 mg/l) (zie afbeelding 4), waarbij vooral voor gradiënt B de waarden in 2005 iets hoger zijn dan in 2004. De gemeten seizoensvariatie is groot in gradiënt B en klein in gradiënt A. Fosfaat lijkt (in juli en september) limiterend te zijn in gradiënt A (mogelijk samen met stikstof), niet in gradiënt B. Op alle locaties van gradiënt B en op het eerste punt (A1) van gradiënt A is in het voorjaar (april) het fosfaatgehalte lager dan verderop in het jaar.

Voor totaal stikstof is de gevonden variatie in waarden in de boezemserie (1.0 - 2.9 mg/l) groter dan in de Izakswiidserie (1.2 - 2.3 mg/l) (zie afbeelding 5). De gemiddelde waarden zijn in serie B steeds hoger dan in serie A. Vooral in april, bij de start van het groeiseizoen, zijn deze verschillen opmerkelijk. Dit duidt op een hoge stikstofbelasting (nitraat) van het boezemwater in het winterhalfjaar, in tegenstelling tot afgesloten deelgebieden. Ook de seizoensvariatie is in de boezemserie groter dan in de Izakswiidserie. In juli wordt de beschik-

Afb. 4: De gemeten spreiding in totaal fosfaatgehalten op de meetpunten van beide series, gemiddeld voor 2004 en 2005.



Afb. 5: De gemeten spreiding in totaal stikstofgehalten op de meetpunten van beide series, gemiddeld voor 2004 en 2005.



bare stikstof blijkbaar vastgelegd in biomassa (algen dan wel waterplanten). Dan is - althans in de boezemserie - het fosfaatgehalte relatief hoog en het stikstofgehalte relatief laag. In september lopen de waarden weer wat meer uiteen en zijn ze iets verhoogd ten opzichte van de juliwaarden.

Voor chlorofyl komt in beide series een 'logische' gradiënt voor van hogere waarden op de eerste locaties en lagere waarden op de laatste locaties. Dat geldt vooral voor juli en september. In april start de algengroei in het boezemwater echter eerder dan in het Izakswiid: in gradiënt B variëren de waarden van 28 tot 92 (gemiddeld 61 µg/l), in gradiënt A van 6 tot 365 (gemiddeld 50 µg/l). Het seizoensverloop en de gehaltes op locatie A1 in 2004 en in serie A als geheel in 2005 zijn opmerkelijk, duidend op een sterke (interne) eutrofiëring.

Wat valt er te concluderen?

- De vegetatie en algensamenstelling in beide series vertonen in beide jaren 2004 en 2005 grote overeenkomsten. Dat geldt ook voor de gemeten fysisch-chemische parameters, hoewel hier iets meer variatie is waargenomen;
- De beide series vertonen een duidelijke gradiënt in onderwatervegetatie en in de fytoplanktonsamenstelling. Wel bestaan onderling enige verschillen: de vegetatiebedekking vertoont een sprong van A3 naar A4 en van B3 naar B4, terwijl de verschuivingen in het fytoplankton geleidelijker gaan over de gehele serie. Diatomeeën vormen in het boezemsysteem een iets groter aandeel in de algensamenstelling dan in het Izakswiid. Het omgekeerde geldt voor *Cryptophyceae*. Grof hoornblad komt in de laatste petgaten van beide series al lange tijd dominant voor en vormt daarmee een stabiele situatie van relatief helder water met onderwaterplanten;
- Voor de fosfaatgehaltes in beide series is geen (afnemende) trend in waarden aanwezig van A1/B1 naar A5/B5. In serie A variëren de gemeten totaal fosfaatgehaltes van 0.01 tot 0.1 mg/l, in serie B van 0.05 (in april) tot 0.25 mg/l. Voor de maximum totaal stikstofgehaltes en daardoor ook voor de gemiddelden wordt een geringe (afnemende) trend gevonden, waarbij de waarden in serie A van 1.2 (april) tot 2 mg/l en in serie B van 1.1 tot 2.5 (april) mg/l variëren. Opmerkelijk is dat in april de laagste stikstofwaarden worden gevonden in serie A en de hoogste in serie B. Voor fosfaat worden in het boezemwater in april juist de laagste waarden aangetroffen;
- Het verloop in de nutriëntengehaltes en de waarden in beide series geven geen houvast voor een verklaring van de gradiënt in vegetatie en fytoplankton, noch voor het ontbreken van onderwatervegetatie op de locaties A1 (en vrijwel op A2 en A3) en B1 (en vrijwel op B2 en B3). Bij de gevonden nutriëntenranges, die aanzienlijk hoger zijn dan de bovengrenzen van 0,1 en 1,0 mg/l voor respectievelijk stikstof en fosfaat voor de KRW-typen M25 en M27, kunnen zowel heldere begroeide als troebel onbegroeide situaties zich voordoen;
- Blijkbaar is het fysieke milieu (grootte van de petgaten in combinatie met windinvloed) hier een randvoorwaarde voor de aanwezige begroeiing. De huidige waterkwaliteit in fysisch-chemische zin is daarbij geen sturende factor meer. Deze conclusie is elders ook al getrokken naar aanleiding van enclosure-experimenten, waarbij waterplanten waren uitgezet[2] en eigen informatie uit De Deelen. In deze experimenten groeiden ook smalle waterpest en krabbescheer zeer goed. Nadat de enclosures waren verwijderd, verdween de vegetatie langzaam maar zeker na enkele jaren. Met de resultaten van de experimenten en het gradiëntenonderzoek is de grootte van petgaten traceerbaar, waarbij de vegetatie in staat is wind en golfslag te weerstaan. Op basis van dit onderzoek is die grootte ongeveer 0,5 ha. Dat biedt mogelijk perspectief voor kleinere petgaten, zoals in Skrome lân en Izakswiid. De ondergrenzen van de oppervlakte van de KRW-typen M25 en M27, respectievelijk 10 en 50 ha, is echter aanzienlijk meer dan deze 0,5 ha. Spontaan herstel van onderwatervegetatie zal in die grotere plassen nog wel even op zich laten wachten en mogelijk lagere nutriëntengehalten vereisen. ¶

LITERATUUR

1) Claassen T. en B. Brans (2006). Gradiëntenonderzoek in de Alde Feanen 2004-2005. Wetterskip Fryslân.
2) Claassen T. en I. Meijer-Bielenin (1998). Introductie van waterplanten bij herstelprojecten; een kleinschalig experiment in het Izakswiid. Wetterskip Fryslân.
3) Claassen T. en I. Meijer-Bielenin (2003). Waterkwaliteitsverbetering en natuurontwikkeling in de Alde Feanen. H_2O nr. 12, pag. 25-28.
4) Gulati R. en E. van Donk (2002). Lakes in the Netherlands, their origin, eutrophication and restoration: state-of-the-art review. Hydrobiologia nr. 478, pag. 73-106.
5) Hosper S. (1997). Clearing lakes; an ecosystem approach to the restoration and management of shallow lakes in the Netherlands. Proefschrift Landbouwuniversiteit Wageningen.
6) Hosper S., P. Boers en J. De Jong (1994). Ecologisch herstel meren en plassen, meer dan aanpak van de fosfaatbelasting. Het Waterschap nr. 13, pag. 545-550.
7) Janse J. (1997). A model of nutrient dynamics in shallow lakes in relation to multiple stable states. Hydrobiologia nr. 342/343, pag. 1-8.
8) Klinge M., M. Grimm en S. Hosper (1995). Eutrophication and ecological rehabilitation of Dutch lakes: presentation of a new conceptual framework. Water Science Technology nr. 8, pag. 207-218.
9) STOWA (2004). Referenties en concept-maatlatten voor meren voor de Kaderrichtlijn Water. Rapport 2004-42.
10) Meijer M-L. (2000). Biomanipulation in The Netherlands; 15 years of experience. Proefschrift Wageningen Universiteit.
11) Scheffer M. (1998). Ecology in Shallow Lakes. Chapman & Hall.
12) Scheffer M., S. Hosper, M-L. Meijer, B. Moss en E. Jeppesen (1993). Alternative equilibria in shallow lakes. Trends in Ecology and Evolution nr. 8, pag. 275-279.