



De rol van vis, watervogels, sediment en zaadbanken voor watervegetatie in het Gooimeer

Overzicht van resultaten zomer 2003

R. Noordhuis, M.Kolen & R. Scheper

RIZA werkdocument 2003.200X

BEZEM deelrapport 12



De rol van vis, watervogels, sediment en zaadbanken voor watervegetatie in het Gooimeer

December 2003



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	5
1 Inleiding	7
2 Werkwijze	9
2.1 Plaatsen van exclusures	10
2.2 Bedekking en planthoogte	11
2.3 Bemonstering zaadbank	12
2.4 Introductie van zaad en sporen in sediment	12
3 Bespreking resultaten experiment	13
3.1 Bedekking en planthoogte	13
3.2 Zaden en wortelknolletjes	14
3.3 Sedimentinvloed; kieming in de buisjes	15
4 Analyse relevante monitoringsdata	17
4.1 Doorzicht en chlorofylgehalte	17
4.2 Waterplanten	17
4.3 Benutting van potentiëel areaal planten	22
4.4 Biomassa vis	27
4.5 Aantallen Knobbelzwanen	27
4.6 Zwanen en waterplanten gecombineerd	28
5 Discussie	33
6 Conclusies	39
7 Aanbevelingen	41
8 Literatuur	43
Bijlage 1 Bedekkingpercentages	45
Bijlage 2 Planthoogtes	47
Verantwoording	49





1 Inleiding

Waterplanten zijn door de waterbeheerder gewenst vanuit ecologisch perspectief en nodig om beoogde doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water te halen. Modelberekeningen van het potentiële areaal voor waterplanten in de jaren waarin plantenkaracteringen beschikbaar waren hebben laten zien dat dit potentiële begroeide areaal in het Gooimeer in 2000 was toegenomen tot ongeveer 70% van het meer (van den Berg 2003). De werkelijke bedekking bedroeg echter minder dan 30%, waarvan een groot deel bovendien alleen draadwier betrof, terwijl kranswier ontbrak.

De laatste jaren is bij het RIZA veel onderzoek verricht naar de factoren die sturend zijn voor de kolonisatie en successie van waterplanten. Dit onderzoek heeft onder andere uitgewezen dat tijdens kolonisatie van waterplanten de zaadbank van cruciaal belang is. Zonder zaden is de kans op kolonisatie vele malen kleiner dan met aanwezigheid van zaden in het sediment. Bovendien wijzen de resultaten uit dat bij lage zaadbank biomassa het water aanzienlijk helderder moet worden om waterplanten te krijgen dan in het geval er een hoge zaadbank biomassa aanwezig is. Deze kennis biedt de waterbeheerder enerzijds handvaten om de kans op kolonisatie van (gewenste) waterplanten te vergroten, anderzijds is nog onduidelijk hoe praktische beheersmaatregelen uitpakken.

De rol van vis en watervogels bij kolonisatie van waterplanten is bijvoorbeeld niet bekend, maar mogelijk wel van doorslaggevend belang. Benthivore vis kan zowel direct door bodemomwoeling als indirect via het lichtklimaat het voorkomen en kolonisatie van waterplanten sterk beperken. Het is ook goed voorstelbaar dat de stabiliteit van vegetaties beïnvloed wordt door activiteit van vis. In het hele IJsselmeergebied is de laatste jaren veel benthivore vis weggevangen als onderdeel van commerciële pootvis visserij, en dat heeft in de randmeren waarschijnlijk bijgedragen aan de verbetering van de waterkwaliteit en het herstel van de ondergedoken vegetatie. In het Volkerak-Zoommeer neemt anderzijds de benthivore visbestand nog steeds toe ten koste van het areaal waterplanten. Benthivore vis kan dus een sturende factor zijn voor voorkomen van waterplanten. Het sturen van deze visserij kan dus een belangrijke maatregel zijn om onderwater natuur verder te ontwikkelen of te stabiliseren.

Herbivore watervogels zijn in de jaren negentig in de Randmeren sterk toegenomen in nauwe relatie met de toename van de biomassa van waterplanten, in het bijzonder kranswier (o.a. Noordhuis 1997, Noordhuis 2001, Noordhuis & Tulp 2002). Aanvankelijk vond deze consumptie vooral in de wintermaanden plaats waardoor de invloed op de ontwikkeling van de vegetatie beperkt was. Recent zijn echter, ook in het Gooimeer, met name de aantallen Knobbelzwanen in de zomermaanden sterk gestegen, waardoor deze invloed mogelijk is toegenomen (BEZEM jaarrapportage 2000-2003; Vendrig et al. In prep.).



Vraagstelling

In dit project wordt onderzoek uitgevoerd om de volgende vragen te beantwoorden:

1. In welke directe mate beperken de zaadbank, het sediment, benthivore vis en watervogels de kolonisatie van watervegetatie in het Gooimeer?
2. Welke maatregelen zoals 1. afvissen, 2. introduceren van zaden 3. verbetering lichtklimaat zijn zinvol om waterplanten te stimuleren



2 Werkwijze

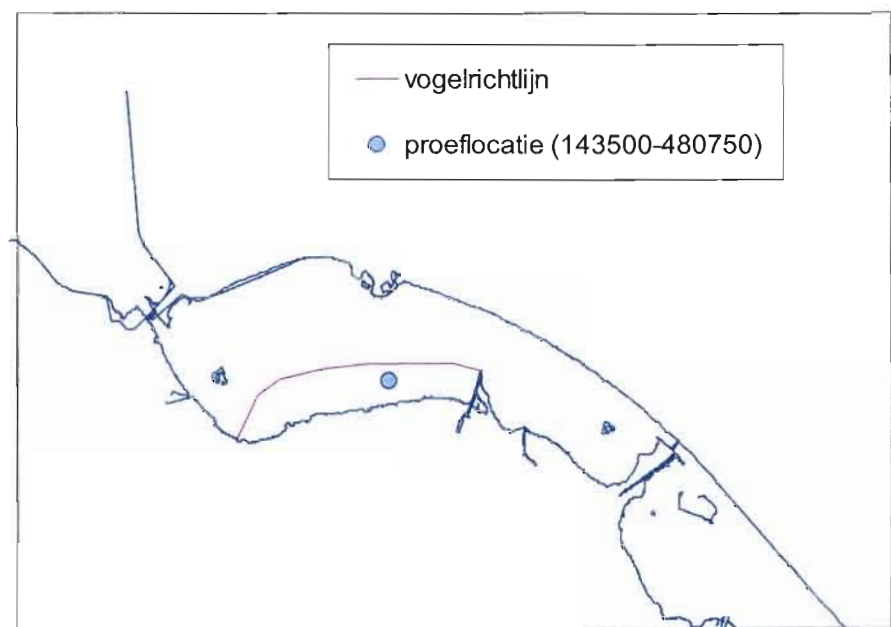
Het onderzoek dat in dit document wordt gerapporteerd bestaat uit twee onderdelen. Het eerste is een veldexperiment dat in de zomer van 2003 in het Gooimeer is uitgevoerd, het tweede betreft de analyse van relevante monitoringsgegevens, met als kern de driejaarlijkse waterplantenkartheringen van Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied (zie o.a. de Witte et al. 2000), de jaarlijkse opnames van de waterplantenraaien van MWTL bij Huizen (uit DONAR) en Oud Valkeveen en de maandelijkse tellingen van Knobbelzwanen (enige herbivoor die recent van betekenis is in het Gooimeer, Meerkoet concentreert zicht op mosselen in de winter) van Provincie Flevoland (via Sovon Vogelonderzoek Nederland).

Het veldexperiment was gericht op vier mogelijke oorzaken voor het achterblijven van de Gooimeer-vegetatie in vergelijking met het potentiële areaal dat is berekend op grond van een model op basis van doorzicht en chlorofylgehalten (van den Berg 2003):

- 1) consumptie door vogels
- 2) consumptie door vis
- 3) onvoldoende kwaliteit sediment
- 4) onvoldoende dichtheid zaad/sporenbank

De eerste twee factoren zijn onderzocht door het uitsluiten van vogels en vissen door het plaatsen van exclusies. De rol van de beperkingen aan de zaad/sporenbank is onderzocht door sediment uit het kranswielveld van het Wolderwijd in het Gooimeer te plaatsen. De kwaliteit van het sediment is onderzocht en door bovendien sporen en zaden uit het Wolderwijd aan te brengen in Gooimeersediment. De dichtheid van de zaad/sporenbank is in 2002 verspreid over het meer bepaald (van den Berg 2003), metingen in de proefvakken in 2003 zijn in eerste instantie bedoeld als ondersteuning van het onderzoek naar de rol van consumptie.

.....
Figuur 2.1 De locatie van het veldexperiment in 2003 ten opzichte van de grenzen van de Speciale Beschermingszone Vogelrichtlijn.



2.1 Plaatsen van exclusures

De proefopstelling is geplaatst rond het punt met de coördinaten 143500-480750 (figuur 2.1), waar de diepte bij zomerpeil ongeveer 75 cm is. De redenen voor deze keuze zijn 1) de aanwezigheid van het sediment dat in de ondiepe zone het meest voorkomt ("kleiarm, grof en matig fijn zand"), 2) het geringe diepteverloop, zodat er een grote gelijkmatigheid is voor experimenten, 3) de vegetatie is hier min of meer representatief is voor de situatie in het Gooimeer, 4) de diepte is zodanig dat ook de ondergrondse delen bereikbaar zijn voor niet-duikende watervogels (zwanen) en 5) de locatie ligt binnen het reservaat, zodat, met instemming van de andere betrokken partijen, de kans op verstoring en vandalisme wat kleiner is.

Rond het aangegeven punt is een vierkant van 75 x 75 meter afgezet met boeien en ijzeren palen (om de 25 meter). Daarbinnen lagen acht proefvakken, omspannen met kippengaas (zie figuur 2.2 en foto 2.1) en overspannen met linten om de toegang door vogels van bovenaf te ontmoedigen. De kooien staken bij zomerpeil ca. 10-20 cm boven water uit. Ze zijn in week 13 geplaatst en in week 38 verwijderd. Vier van de acht kooien waren volledig gesloten en waren bedoeld om vis en vogels buiten te sluiten. De andere vier waren open aan de onderzijde, om alleen vogels buiten te sluiten terwijl vis vrije toegang had. Buiten het 75x75m vierkant lagen op enige afstand vier referentievakken zonder omheining.

Figuur 2.2 Schematische voorstelling van de ligging van de proefvakken in het Gooimeer.

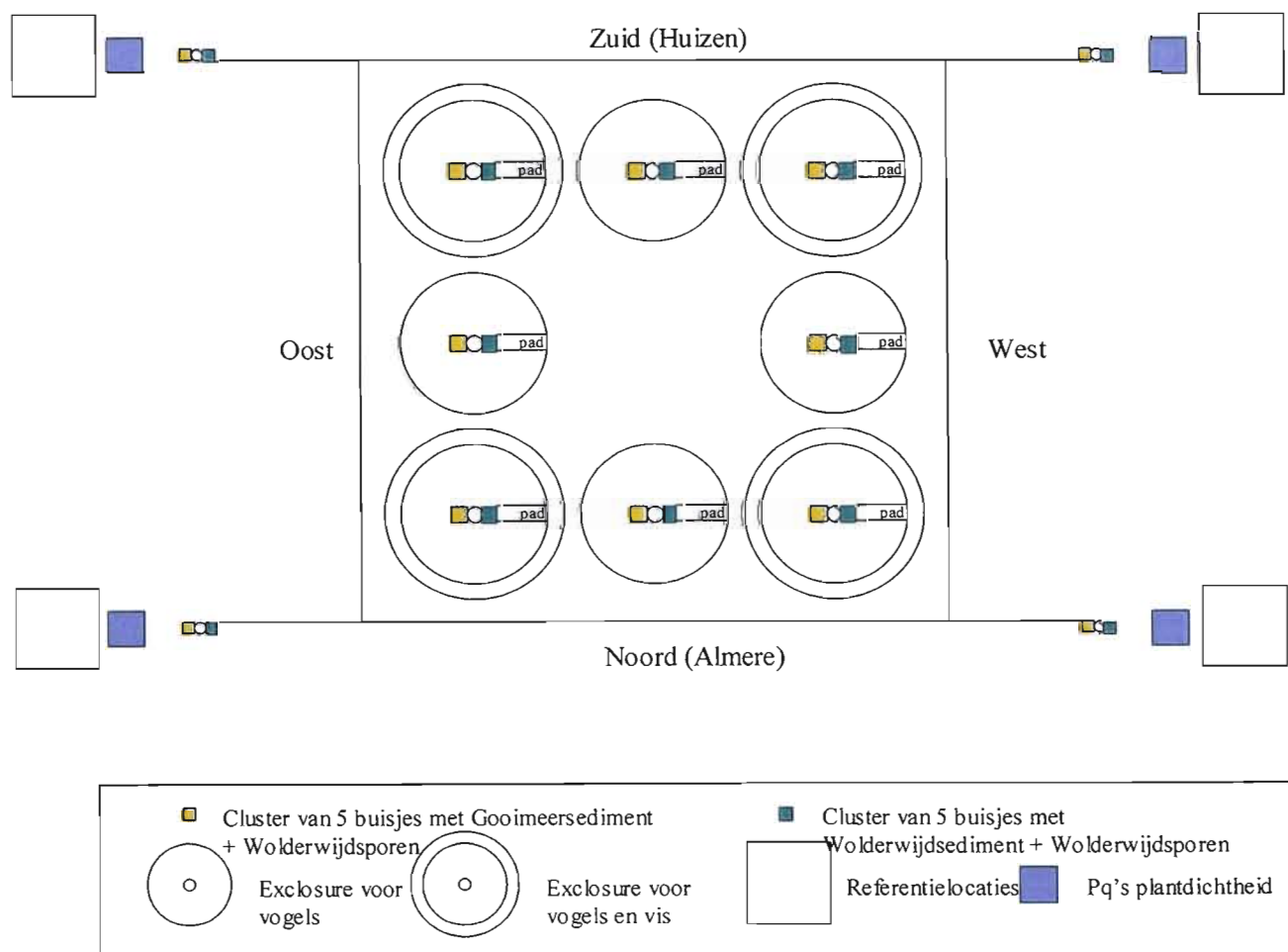


Foto 2.1 De exclosures in het Gooimeer.



2.2 Bedekking en planthoogte

Iedere twee weken is de bedekking geschat van de waterplanten in het Gooimeer. Dit is gedaan door ieder proefvak op te delen in 4 kwartielen. Per kwartiel is snorkelend de bedekking geschat van de aangetroffen soorten waterplanten (foto 2.2). Iedere 4 weken is de hoogte van de vegetatie bepaald door met een meetlint de planthoogte te meten.

Foto 2.2 Bedekking schatten en meten van planthoogtes in de exclosures in het Gooimeer.



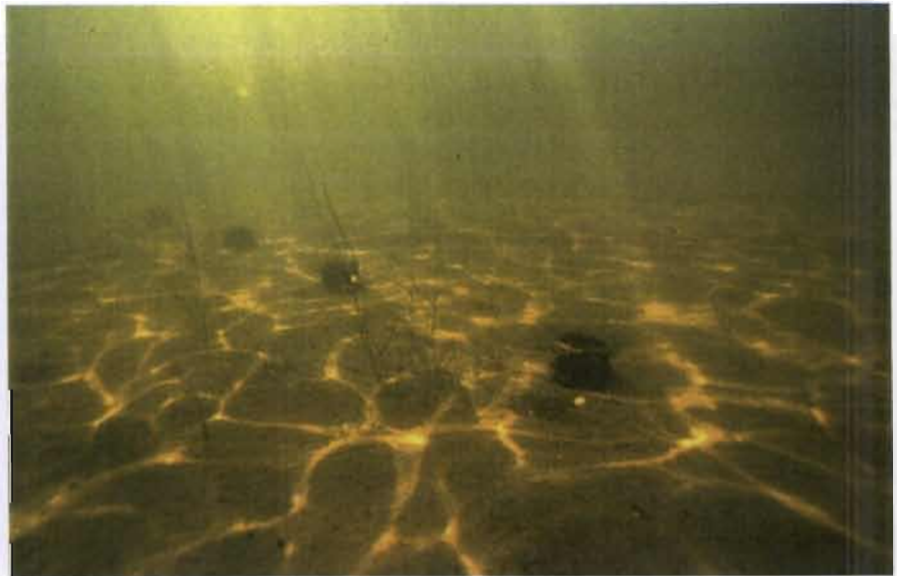
2.3 Bemonstering zaadbank

Aan het begin en aan het einde van het onderzoek (respectievelijk week 13 en week 38) is de dichtheid van zaden en vegetatieve overwinteringorganen vastgesteld. Dit is gedaan door in iedere enclosure met een steekbuis 3 steken te nemen. Deze steken zijn in het veld gezeefd (zeef 500 mm). Per steek is in het laboratorium het aantal zaden en vegetatieve overwinteringorganen vastgesteld.

2.4 Introductie van zaad en sporen in sediment

In 2002 werd geconstateerd dat de zaadbank in het Gooimeer een lage biomassa had en dat sporen van kranswieren ontbraken. Via de introductie van zaden en sporen uit het Wolderwijd is daarom onderzocht of deze beperking op die manier doorbroken kan worden en of de omstandigheden voor kieming van met name kranswier in het Gooimeer gunstig zijn. Hiertoe werden kleine buisjes (doorsnede 5,5 cm) met sediment, rijk aan sporen (10.000 per m²), zaden en vegetatieve voortplantingsstructuren verzameld en geplaatst in de proefvakken (5 per vak) in het Gooimeer. Om ook de rol van de sedimentkwaliteit te kunnen onderzoeken zijn uit een tweede set buisjes de zaden en sporen verwijderd, vermengd met Gooimeersediment, teruggeplaatst in de buisjes en vervolgens eveneens in de proefvakken geplaatst. Het verschil in kieming tussen de buisjes met Gooimeersediment en die met Wolderwijdsediment moest informatie geven over de verhouding in de sedimentkwaliteit van beide meren (figuur 2.2 en foto 2.3).

.....
Foto 2.3 De introductie van zaad in het Gooimeer.



3 Bespreking resultaten experiment

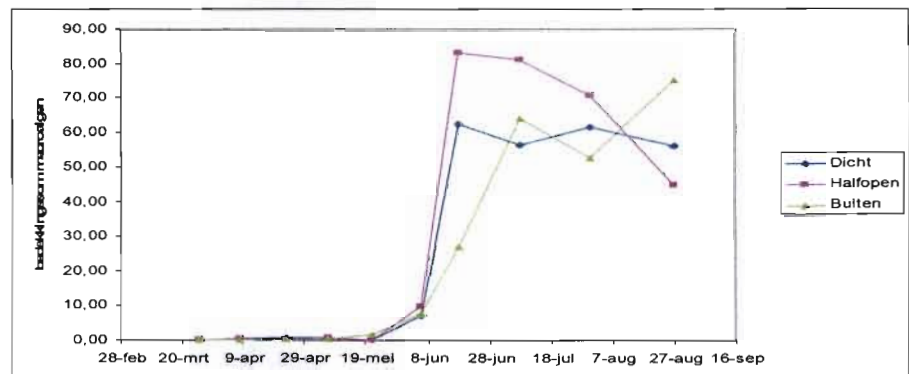
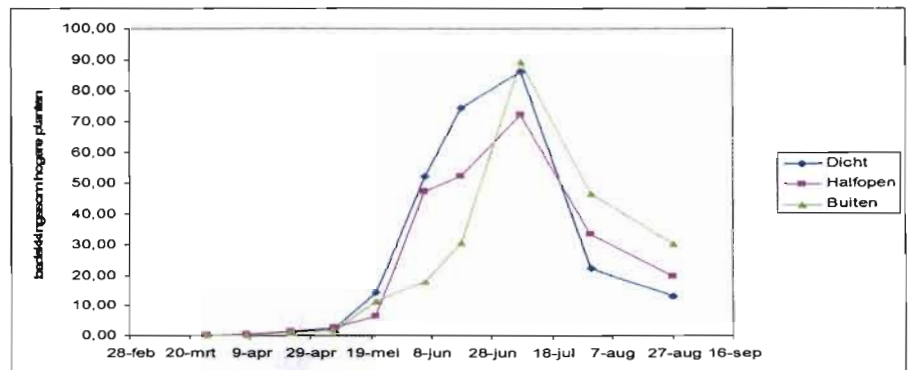
3.1 Bedekking en planthoogte

In bijlage 1 staat de gemiddelde bedekking en planthoogte per opnamedag per soort voor de gesloten kooien, de halfopen kooien en de referentievakken. De hogere planten die in de proefvakken werden aangetroffen waren Schedefonteinkruid, Tenger Fonteinkruid en Zannichellia. Daarnaast werden niet nader gedetermineerde draad- en darmwieren aangetroffen. De bedekking van hogere planten nam vooral toe vanaf half mei, bereikte zijn top op 8 juli en was op 31 alweer gehalveerd (figuur 3.1a).

In de gesloten kooien was de bedekking en de planthoogte van Schedefonteinkruid lager dan in de halfopen kooien, die van Tenger Fonteinkruid en Zannichellia waren daar hoger. Buiten de kooien bleef vooral de bedekking van Schedefonteinkruid laag. Hier was ook de totale bedekking van hogere planten aanvankelijk lager, maar vanaf 18 juli was de bedekking er juist hoger dan in de kooien. Het verloop van de planthoogtes stemt in grote lijnen overeen met dat van de bedekkingen (bijlage 2). Omstreeks half juni was er een sterke toename van draad- en darmwier, waarvan de bedekking binnen en buiten de kooien ongeveer even groot was (figuur 3.1b). Binnen de beschutting van de kooien vond echter ook een sterke ontwikkeling van flab plaats, die tenslotte de hogere waterplanten grotendeels beschaduwde. Het invangen van grote hoeveelheden draadwieren door het gaas van de kooien geeft aan dat deze beschaduwing buiten de kooien door windwerking enigszins werd beperkt. Waarschijnlijk is de conditie van de hogere planten daardoor buiten de kooien minder snel achteruit gegaan dan binnen de kooien.

Figuur 3.1

a) Verloop van de som van de bedekkingen van Schedefonteinkruid, Tenger Fonteinkruid en Zannichellia in de gesloten kooien, de halfopen kooien en de referentievakken. B) bedekkingssom van draadwier en darmwier.



3.2 Zaden en wortelknolletjes

In de steekbuismonsters die aan het begin en aan het einde van het veldseizoen in de proefvakken zijn genomen, zijn nagenoeg alleen zaden van *Zannichellia* ("banaantjes") en wortelknolletjes van Schedefonteinkruid aangetroffen (tabel 3.1). Sporen en bulbillen van kranswier werden niet gevonden.

Als de aantallen fonteinkruidknolletjes worden uitgezet tegen de aantallen *Zannichellia* zaden blijken ze enigszins negatief gecorreleerd te zijn (figuur 3.2). In alle proefvakken waren de gemiddelde dichtheden van fonteinkruidknolletjes hoger dan in maart, toen de gemiddelde dichtheid slechts 2.0 per monster bedroeg. In september waren, afgezien van één afwijkend punt, de dichtheden van fonteinkruidknolletjes in de referentievakken, dus buiten de kooien, laag in vergelijking met de dichtheden in de kooien. Dit verschil is statistisch significant (gepaarde t-toets, zowel t.o.v. gesloten als halfopen kooien). De gemiddeld iets hogere dichtheid van *Zannichellia*-zaden in de referentievakken is waarschijnlijk verbonden aan de verlaagde dichtheid van fonteinkruiden (maar dit verschil is niet significant). Tussen de dichte en de halfopen kooien is geen verschil zichtbaar.

Tabel 3.1

Drooggewicht (g/m²) van fonteinkruidknolletjes in de proefvakken, gemiddelde drooggewichten per knolletje (A = duplo's als één knolletje gerekend, B = duplo's apart), aantallen knolletjes (N = totaal, duplo's als en kel geteld, Nd = aantal duplo's) en percentage duplo's. De monsters per vak bestonden uit drie steken met een steekbuis (doorsnede 15 cm).

Gesloten						
vak	gew/m ²	gew/knol A	gew/knol B	N	Nd	%Nd
1	18,3	35,8	25,5	27	11	40,7
2	1,4	18,6	14,9	4	1	25,0
3	19,3	32,0	24,3	32	10	31,3
4	15,0	56,6	36,0	14	8	57,1
gem	13,5	35,8	25,2	19,3	7,5	38,5

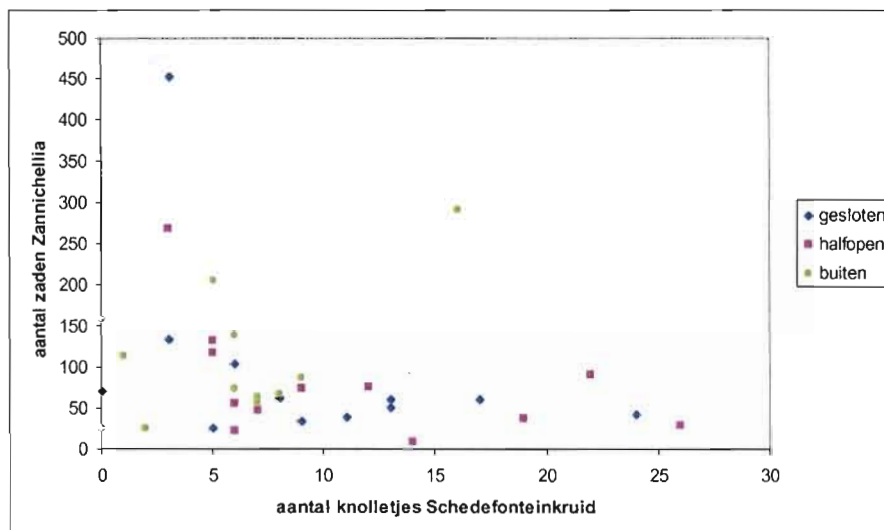
Halfopen						
vak	gew/m ²	gew/knol A	gew/knol B	N	Nd	%Nd
1	9,7	23,3	19,0	22	5	22,7
2	34,1	42,0	30,6	43	16	37,2
3	11,7	38,9	25,9	16	8	50,0
4	5,5	29,3	22,6	10	3	30,0
gem	15,3	33,4	24,5	22,8	8,0	35,0

Buiten						
vak	gew/m ²	gew/knol A	gew/knol B	N	Nd	%Nd
1	0,5	4,4	4,4	6	0	0,0
2	14,1	32,5	24,9	23	7	30,4
3	6,8	36,1	27,8	10	3	30,0
4	3,1	12,7	11,8	13	1	7,7
gem	6,1	21,4	17,2	13,0	2,8	17,0



Figuur 3.2

Verband tussen het aantal knolletjes van Schedefonteinkruid en het aantal zaden van Zannichellia in bodemmonsters uit de proefvakken, aan het einde van het seizoen (september).



Behalve de aantallen zijn van de fonteinkruidknolletjes in september ook de drooggewichten bepaald (tabel 3.1). De verschillen in biomassa zijn nog groter dan de verschillen in dichtheid; de gemiddelde biomassa per m² was buiten de kooien 57% lager dan de biomassa binnen de kooien. Het percentage duplo's (twee knolletjes aan elkaar) was eveneens meer dan de helft lager en de knolletjes waren buiten de kooien gemiddeld kleiner (ook als de duplo's apart meegeteld worden). Dit betekent dat consumptie door zwanen effect heeft op de dichtheid en het biomassaverloop van Schedefonteinkruid. Omdat echter altijd knolletjes overblijven is het effect op het areaal waarschijnlijk beperkt.

3.3 Sedimentinvloed; kieming in de buisjes

In de 60 buisjes met zaden en sporen uit het Wolderwijd die in de proefvakken zijn uitgezet, kwamen in 44 gevallen macrofyten op, d.w.z. in 73% van het totaal aantal buisjes (tabel 3.2). Alleen op 24 juni, de datum waarop de buisjes zijn verzameld, zijn de soorten vastgesteld. Op die datum werden in 33 buisjes nog macrofyten gevonden, waarvan in 7 buisjes ook kranswier (21%). Hogere planten die zijn aangetroffen zijn Schedefonteinkruid, Tenger Fonteinkruid en Zannichellia. Kranswier waren *Chara aspera*, *C. contraria*, *C. globularis* en *C. vulgaris*.

Er waren aan het begin van het seizoen geen duidelijke verschillen in kieming tussen de twee typen kooien en tussen de kooien en de referentievakken. Op 24 juni waren de verschillen in aanwezigheid echter groot: in de gesloten proefvlakken waren bijna geen planten meer aanwezig, in de referentievakken was de presentie het hoogst (tabel 3.3). De presentie was in de buisjes met Gooimeersediment lager dan in de buisjes met Wolderwijdsediment. Kranswier, dat in 7 buisjes met Wolderwijdsediment werd aangetroffen, ontbrak in de buisjes met Gooimeersediment.

Op 24 juni werd inmiddels een deel van de buisjes overschaduwd door planten in de omgeving of zelfs afgedekt door draadwiermatten. Dit effect was sterker in de kooien, en was zowel in de kooien als in de referentievakken sterker aan de oostzijde van de middenpalen (westenwind), waar de buisjes met Gooimeersediment waren geplaatst. Dit kan invloed hebben gehad op de presentie (absentie) van kranswier in de gesloten kooien en in de buisjes met Gooimeersediment.



Tabel 3.2

Aantal buisjes met macrofyten en het aantal daarvan dat op de laatste datum (24 juni) kranwier bevatte. Er waren 20 buisjes per categorie.

		gesloten	halfopen	buiten
Wolderwijdsediment	26-mrt	0	0	0
	23-apr	6	2	6
	21-mei	6	8	
	24-jun	1	7	13
	kranwier	0	4	3
<hr/>				
		gesloten	halfopen	buiten
Gooimeersediment	26-mrt	0	0	0
	23-apr	5	6	1
	21-mei	5	4	
	24-jun	0	6	6
	kranwier	0	0	0



4 Analyse relevante monitoringsdata

4.1 Doorzicht en chlorofylgehalte

Het gemiddelde zomerdoorzicht op het regionale meetpunt Gooimeer Midden bedroeg in 2003 90 cm, iets lager dan in 2002 (94 cm). Het doorzicht was op dit punt gedurende het seizoen redelijk constant (28-4 8 dm; 21-5 10 dm; 21-7 7 dm; 18-8 9 dm, 15-9 13 dm, 13-10 10 dm). Het chlorofylgehalte was met 12 ug/l (zomerhalfjaargemiddelde) ongeveer gelijk aan dat van 2002 (11 ug/l)

4.2 Waterplanten

In het Gooimeer is door Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied in de periode 1-5 augustus 2003 een waterplantenkartering uitgevoerd. Daaruit bleek dat het areaal van de vegetatie ten opzichte van de vorige kartering in 2000 is toegenomen (tabel 4.1). Daarbinnen is de bedekking ook sterk toegenomen: de geschatte interne bedekking was verviervoudigd (interne bedekking is de som van de bedekkingspercentages x de oppervlakte waarop die bedekking voorkomt, een maat voor de biomassa van de planten). Dit is het grootste areaal en de hoogste totale bedekking die tot nu toe in het Gooimeer is gemeten.

In 1987 en in 1991 zijn de karteringen in juli uitgevoerd, in 1994, 1997 en 2000 pas omstreeks half augustus. De vegetatie in het Gooimeer bestaat uit hogere waterplanten (d.w.z. geen kranswieren), waarvan de bovengrondse delen in de loop van augustus afsterven. Dit verklaart waarschijnlijk een (groot) deel van de hoge biomassa-waarden (interne bedekking) in de jaren waarin de opname vroeger in het seizoen heeft plaatsgevonden (figuur 4.1). Het gemeten areaal van de planten is minder afhankelijk van de opnamedatum dan de biomassa.

Tabel 4.1

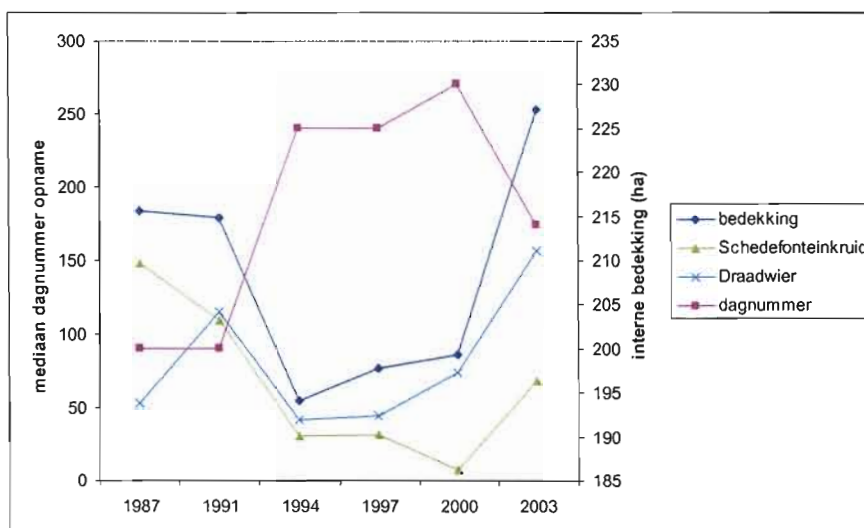
Areaal van waterplanten (totaal in ha per bedekkingsklasse) in het Gooimeer volgens de beschikbare karteringen van Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied en het gemiddelde zomerdoorzicht. De kartering van 1987 is gebaseerd op luchtfoto's, geverifieerd door veldwaarnemingen, de overige karteringen zijn met de werphark uitgevoerd.

	Datum	0-15%	15-50%	50-100%	Totaal	Intern	Zicht
1987	juli	350	200	123	673	184	42
1991	17-23 juli	200	214	86	500	149	50
1994	5-22 aug	487	45	5	537	55	42
1997	7-21 aug	657	72	5	734	76	65
2000	15-22 aug	594	76	22	692	86	90
2003	1-5 aug	419	435	107	961	253	90



Figuur 4.1

Vergelijking tussen de interne totale bedekking in het Gooimeer, de interne bedekking van Schedefonteinkruiden draadwier en het dagnummer van het midden van de periode waarin de karteringen zijn uitgevoerd. (voor 1987 alleen bekend dat de kartering is gebaseerd op luchtfoto's uit juli, dagnummer gesteld op 20 juli).



Naast de gegevens uit de karteringen van Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied zijn er gegevens over waterplanten uit MWTL-raaien bij Huizen en Oud Valkeveen, uitgewerkt voor de jaren 1992-2003 (tabel 4.2).

Tabel 4.2

Gemiddelde bedekking (totale bedekking, van hogere planten, berekend via klassemidden) op de MWTL waterplantenraaien van Huizen (punten 2 t/m 13) en Oud Valkeveen (punten 1 t/m 14), het gemiddelde doorzicht (zomerhalfjaar, in cm) en het chlorofygehalte (zomergemiddelde in ug/l) in de periode 1992-2003.

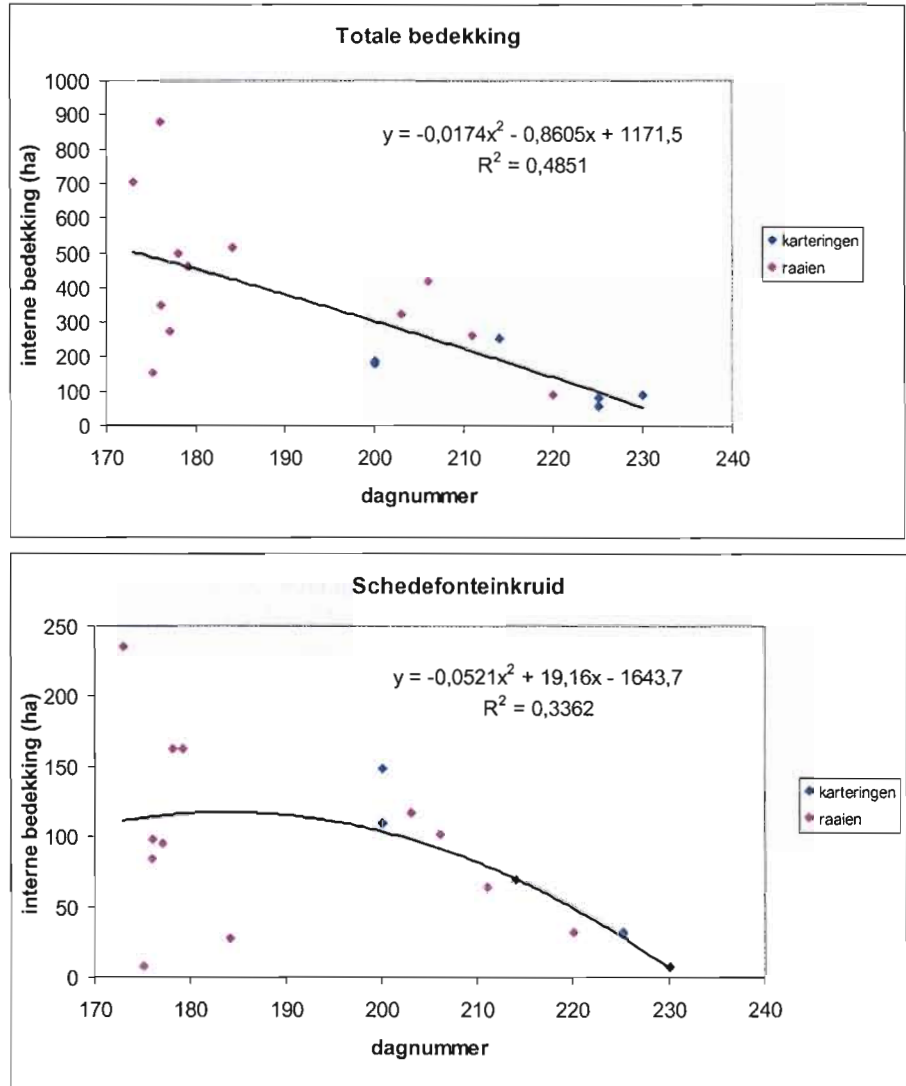
	Datum	Huizen	Valkerveen	Doorzicht	Chlorofyl
1992	30/31 juli	11,9	14,0	34	66
1993	9 aug	4,6	4,0	40	59
1994	4 juli	33,6	17,9	42	54
1995	26 juli	23,1	18,4	52	48
1996	23 juli	26,6	5,4	67	43
1997	27 juni	17,7	9,2	65	38
1998	29 juni	33,8	12,3	84	33
1999	23 juni	50,0	20,2	92	27
2000	27/28 juni	40,3	9,3	90	22
2001	26 juni	27,4	7,0	72	17
2002	24/25 juni	5,4	9,6	76	11
2003	25/26 juni	39,1	48,4	90	12

Ook bij deze reeks is er een negatief verband tussen de datum van opname en de gemiddelde totale bedekking. Omdat dit effect al eerder werd geconstateerd is in dit geval echter de opnamedatum vanaf 1997 zoveel mogelijk constant gehouden. Om ook de andere gegevens te kunnen gebruiken is hier een poging gedaan voor het effect van opnamedatum te corrigeren door de dichtheden uit de karteringen en de raaien te combineren en uit zetten tegen het dagnummer (figuur 4.2). Daaruit komt een verband naar voren waarmee de gemeten waarden kunnen worden getoetst aan de verwachting op de opnamedatum bij constante vegetatieparameters. Het beeld dat daaruit ontstaat met behulp van de karteringen is dat van een minimum gemiddelde bedekking in het begin van de jaren negentig en een doorgaande toename daarna (figuur 4.3). De biomassa van Schedefonteinkruid neemt in deze reconstructie heel langzaam af.



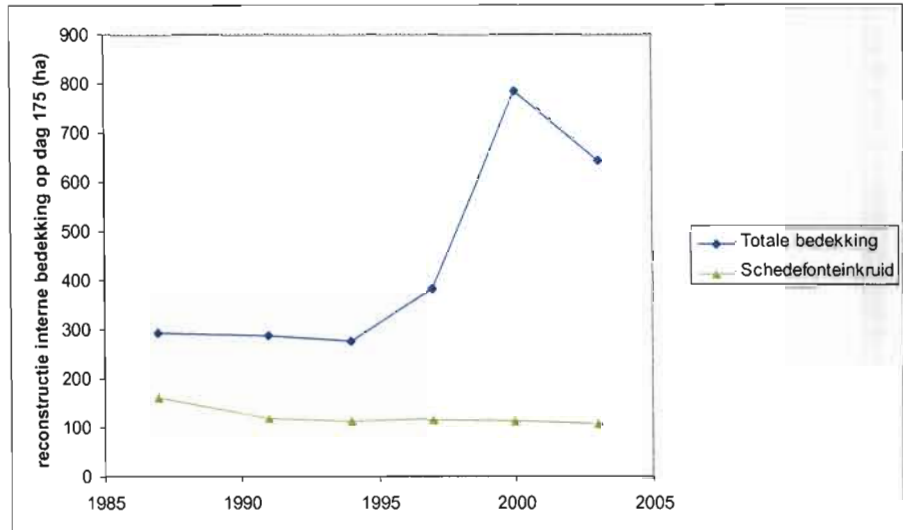
Figuur 4.2

Verband tussen het dagnummer van de beschikbare vegetatieopnames en de interne bedekking van de totale vegetatie (a) en van Schedefonteinkruid (b). De bedekking van de twee raaien is gemiddeld (roze; gemiddelde bedekking van hogere planten op raailocaties tot 130 cm diepte, vermenigvuldigd met het areaal meerbodem van 0-130 cm diepte en in figuur 3.4a vervolgens met een factor 2,66 voor correctie van hogere planten naar totaal, volgens de verhouding tussen hogere en lagere planten in de som van de soortbedekkingen).



.....
Figuur 4.3

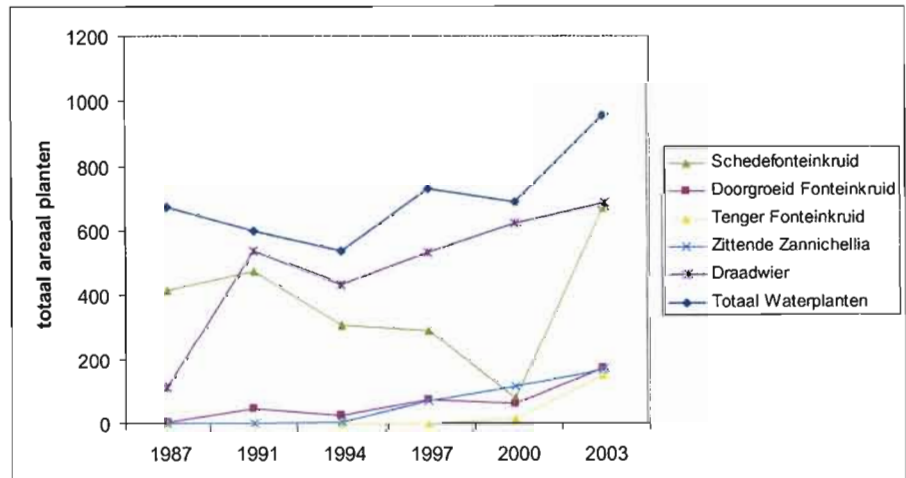
Verloop van de interne totale bedekking en de interne bedekking van Schedefonteinkruid in het Gooimeer, gecorrigeerd voor opnamedatum volgens de formules in figuur 4.2.



Het gereconstrueerde verloop van de biomassa op dag 175 (d.w.z. uit de karteringen) komt in elk geval voor wat betreft de totale plantenbiomassa beter overeen met het verloop in het areaal van de planten (dat minder afhankelijk is van de opnamedatum en niet gecorrigeerd, figuur 4.4). Wel komt het jaar 2000 in de reconstructie opvallend gunstig naar voren ten opzichte van het gemeten areaal. Deze kartering is echter pas uitgevoerd in de derde week van augustus, waardoor zowel de resultaten van de kartering als de reconstructie relatief onzeker zijn.

.....
Figuur 4.4

Verloop van het totale areaal van waterplanten totaal en van de hogere plantensoorten.

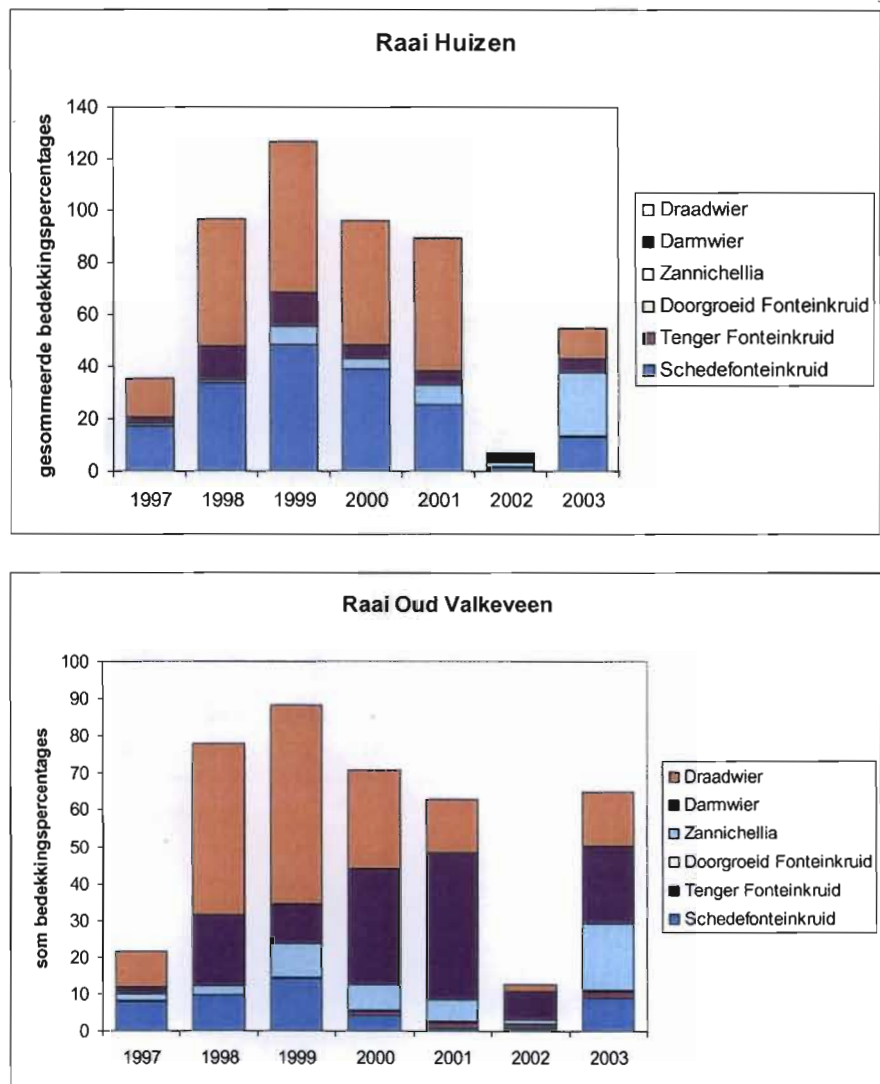


Het beeld dat hier ontstaat is dat van fluctuatie of lichte afname bij Schedefonteinkruid, toename maar lage abundantie bij de drie andere hogere planten en toename bij hoge abundantie bij draadwier. De toename van het totale areaal en de totale biomassa lijkt dus vooral door draadwier te zijn veroorzaakt (zie ook figuur 3.3).



Omdat de raaien sinds 1997 consequent rond 25 juni zijn opgenomen, in de periode waarin de bedekkingen het hoogst zijn, kunnen vanaf dat jaar reeksen worden verkregen die niet afhankelijk zijn van de opnamedatum (figuur 4.5). De trends op de twee raaien komen in grote lijnen overeen, het grootste verschil is een recente, sterke toename van darmwier bij Oud Valkeveen. Opvallend is, afgezien van lage bedekkingen in 2002 (waarvan de oorzaak nog onduidelijk is), dat van een doorgaande toename van de totale bedekking zoals in de gecorrigeerde karteringen naar voren komt, geen sprake lijkt. Wel komt ook hier fluctuatie en recente afname van Schedefonteinkruid en toename van Tenger Fonteinkruid en Zannichellia naar voren. De afwijking in de totale bedekking is dus vooral gebaseerd op een verschil in het verloop van draadwier. Dit verschil is op zijn beurt waarschijnlijk verbonden aan het verschil in het tijdstip van opname, dat bij de karteringen altijd aanzienlijk later ligt dan bij de raaien. Uit figuur 3.1 blijkt dat de draad- en darmwieren in elk geval in 2003 na de opname van de raaien (25 en 26 juni) verder zijn toegenomen.

Figuur 4.5
Verloop van de gesommeerde gemiddelde bedekking per soort op de MWTL raaien in het Gooimeer, in de jaren waarin de opname rond 25 juni is gemaakt.



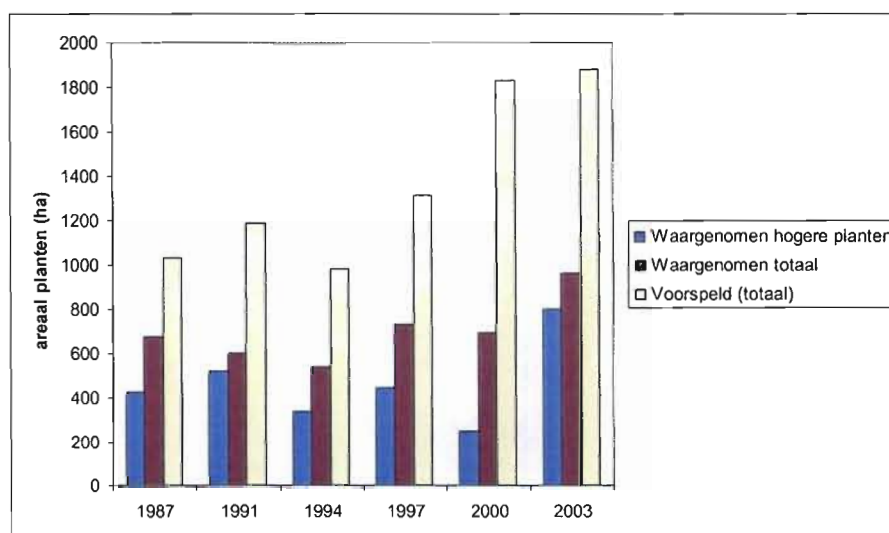
4.3 Benutting van potentiële areaal planten

Met behulp van het doorzicht en het chlorofylgehalte in 2003 en het areaal dat uit de karteringen naar voren komt kan een schatting worden gemaakt van het potentiële areaal voor waterplanten en de mate waarin dat potentieel is ingevuld (van den Berg 2003). Op grond van doorzicht en chlorofylgehalten waren er in 2003 gunstige omstandigheden voor planten tot op 270 cm diepte. Het potentiële areaal is in 2003 t.o.v. 2000 nauwelijks meer toegenomen, de toename van het werkelijke areaal is groter. Dit geldt nog sterker voor het areaal fonteinkruid en zannichellia, hoewel dit mogelijk in hogere mate dan bij het totale areaal verbonden is aan de vroegere opnamedatum. Toch is nog slechts ongeveer de helft van het potentiële areaal begroeid (figuur 4.6). Daarbij moet echter worden opgemerkt dat in 2000 in de relatief diepere delen van het meer ten noorden van de vaargeul 608 ha en in 2003 562 ha niet is gekarteerd. Een deel daarvan is minder dan 270 cm diep, zodat het werkelijke areaal waterplanten kan zijn onderschat.

Opvallend is dat er een goede positieve relatie is tussen het potentiële areaal en het totale werkelijke areaal inclusief draadwier, anders dan bij de hogere planten alleen. Wel bedraagt ook het totale areaal nog steeds slechts de helft van het potentiële areaal (figuur 4.6). Bij het verloop van het percentage gerealiseerd areaal t.o.v. het potentieel is geen inhaalslag zoals in het Veluwemeer heeft plaatsgevonden (van den Berg 2003).

Figuur 4.6

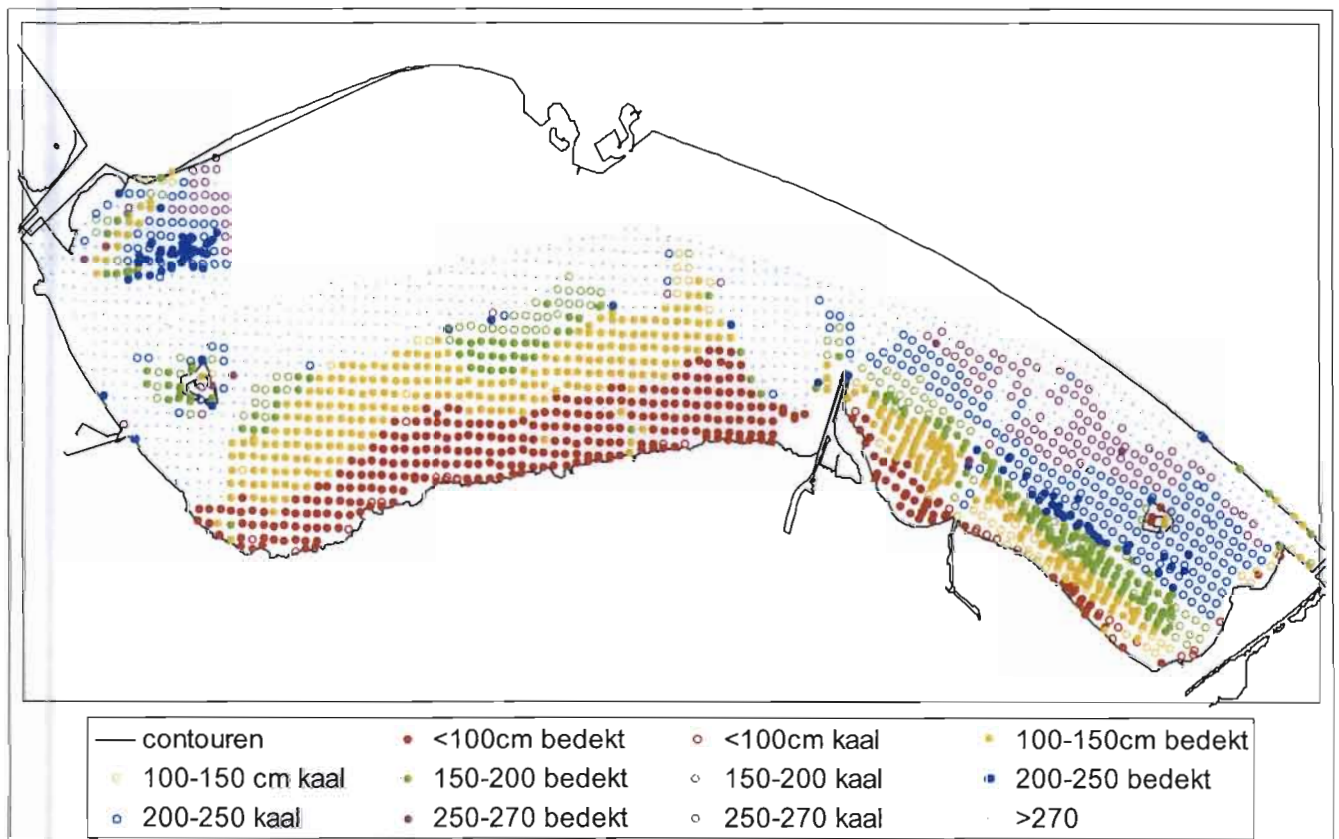
Verloop van het potentiële areaal voor waterplanten in het Gooimeer op grond van doorzicht en chlorofylgehalten en het werkelijke areaal van alle planten en dat van hogere planten (gesommeerd).



Om na te gaan hoe de verspreiding is van de locaties waarop ondanks een gunstige diepte geen vegetatie is aangetroffen, is in figuur 4.7 de bedekking per dieptezone weergegeven. Dan blijkt dat deze locaties sterk zijn geconcentreerd in het noordwesten en in het oosten van het meer en op diepten van meer dan 150 cm. In dit gebied staat de waterkwaliteit sterk onder invloed van het Eemmeer. Het doorzicht is er gemiddeld lager dan het hier gebruikte doorzicht van het centrale meetpunt, dat ten zuidwesten van Almere-Haven ligt (Vendrig et al. In prep.), en de chlorofylgehalten zijn gemiddeld waarschijnlijk hoger. Dat betekent dat de maximale diepte voor vegetatie zeker enkele decimeters ondieper ligt dan in het westelijke deel van het meer. Uit de diepteverdeling van de planten per deelgebied blijkt dat ten oosten van Huizen in 2003 tot op 220 cm diepte planten stonden, terwijl westelijker in het meer ook op grotere diepten nog planten stonden (tot ca. 260 cm in het noordwesten; figuur 4.8). Het berekende potentiële areaal voor waterplanten in 2003 ligt daardoor mogelijk orde grootte 200 ha te hoog. De randen van de plantenbedekking vallen echter niet helemaal samen met een bepaalde dieptelijne, zodat ook andere factoren in het spel kunnen zijn; de aanwezigheid van planten lijkt ook afhankelijk van de nabijheid van andere begroeide locaties.

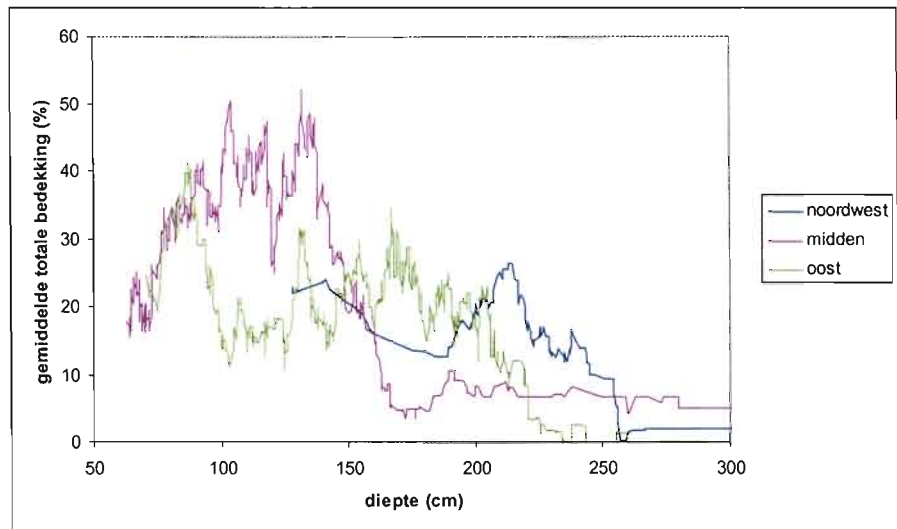
.....
Figuur 4.7

Bezetting van het op grond van doorzicht en chlorofyl theoretisch beschikbare areaal voor waterplanten (totale bedekking) in 2003 per dieptezone (dieptezone tot 270 cm). De kleuren geven de diepte aan. Dichte rondjes bezet, open rondjes niet bezet. Gegevens Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied.



.....
Figuur 4.8

Gemiddelde totale bedekking per deelgebied in 2003 (ten oosten van Huizen, het noordwesten en het middengedeelte), in relatie tot de waterdiepte (lopende gemiddelden over 25 in diepte opeenvolgende meetpunten).



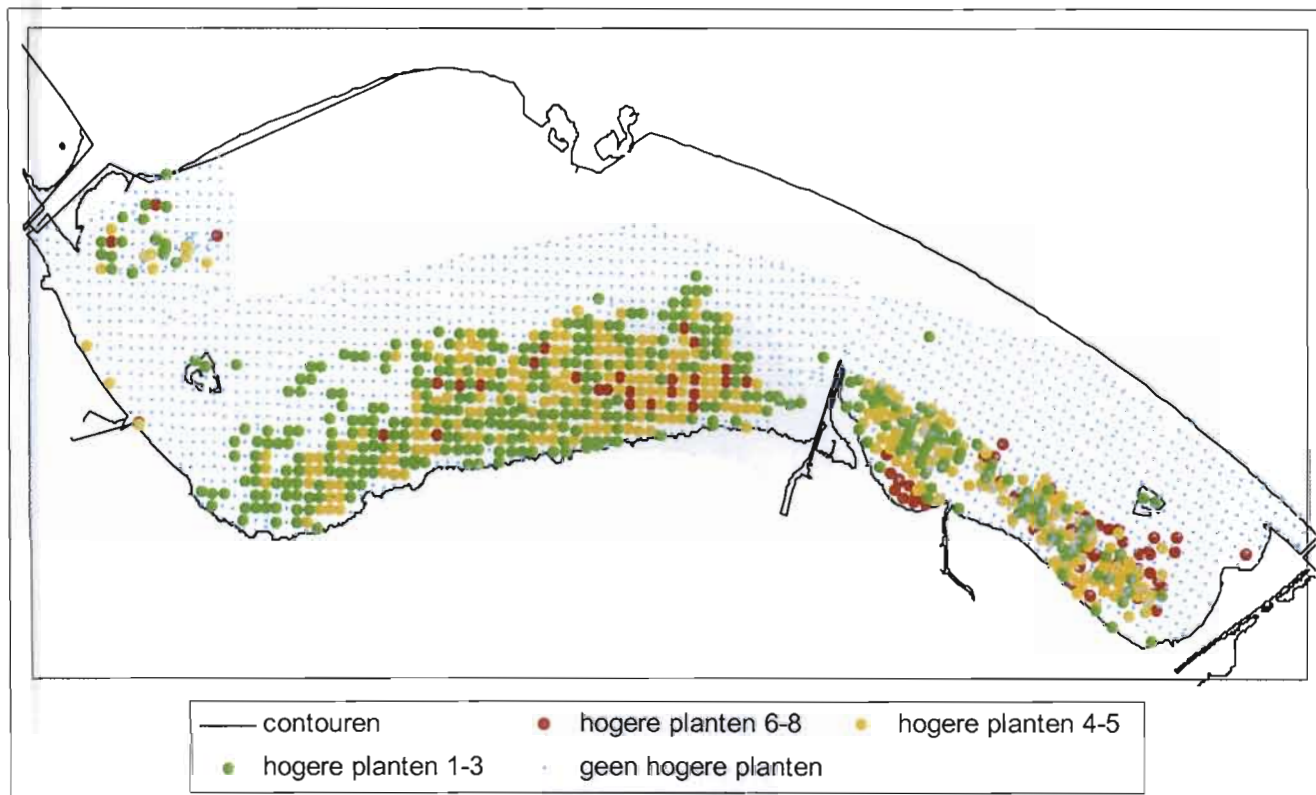
Als de bedekking van alleen de hogere planten wordt beschouwd (figuur 4.9a), dan blijkt dat het areaal minder aaneengesloten is. Een deel van de gaten in dit areaal ligt in de dieptezone tot 100 cm, dat bereikbaar is voor zwanen. Het grootste deel ligt echter dieper, in het bijzonder in het westelijke deel van de grote centrale ondiepte, ter hoogte van Naarden, dat het meest geëxponeerd ligt t.o.v. de westenwind. Dit areaal wordt grotendeels opgevuld door draadwier (figuur 4.9b). Dat laatste is niet het geval in het deel van het meer ten oosten van Huizen, waar nauwelijks draadwier werd gevonden.

Als de verspreiding van hogere planten wordt vergeleken met de gegevens over de zaadbank, zoals die in 2002 zijn verzameld (van den Berg 2003; figuur 4.10), dan blijkt dat de locaties waar zaden werden gevonden vrijwel allemaal binnen het huidige areaal van de planten vallen, zodat uitbreiding van het areaal mede afhankelijk lijkt van de verplaatsingsmogelijkheden van nieuw geproduceerd zaad en ander voortplantingsstructuren, en daarbij bijv. ook van stromingspatronen.



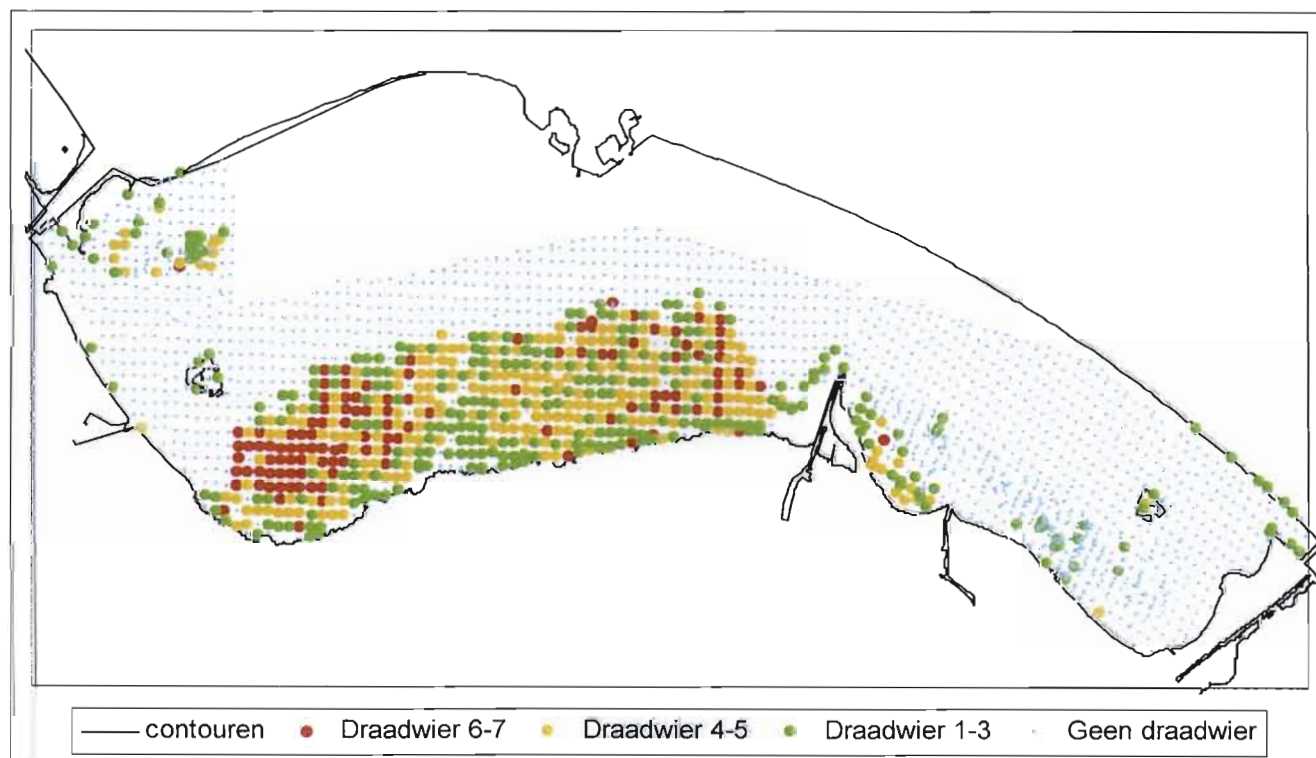
.....
Figuur 4.9a

Bedekkings van hogere waterplanten (de getallen in de legenda betreffen de som van bedekkingsklassen 1 t/m 7 van Schedefonteinkruid, Tenger Fonteinkruid en Zannichellia, zie voor klassen figuur 4.9b) in 2003. Gegevens Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied.



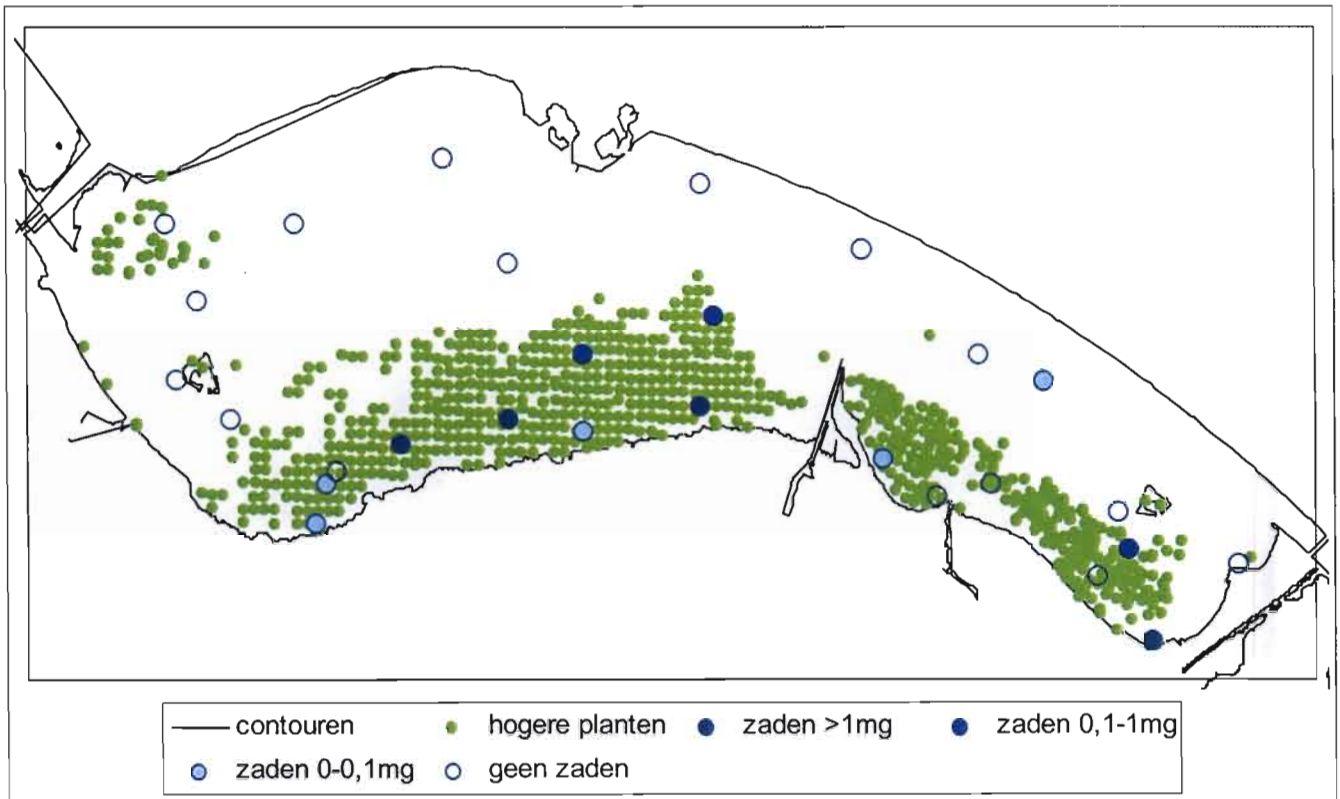
.....
Figuur 4.9b

Bedekkings van draadwier in 2003 (de getallen in de legenda betreffen de bedekkingsklassen: 1=0-1%, 2=1-5%, 3=5-15%, 4=15-25%, 5=25-50%, 6=50-75%, 7=75-100%), Gegevens Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied.



Figuur 4.10

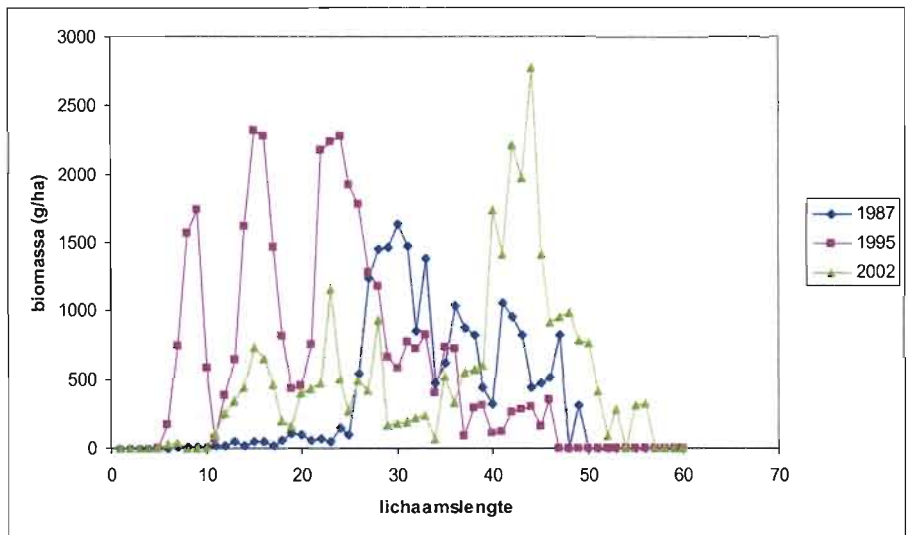
Biomassa van de zaadbank in 2002 (in mg/m² volgens Van den Berg 2003) vergeleken met de verspreiding van hogere planten (Schedefonteinkruid, Tenger Fonteinkruid en Zannichellia) in 2003. Gegevens planten Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied.



4.4 Biomassa vis

De visstand in het Gooimeer wordt de laatste jaren gedomineerd door Brasem en Snoekbaars. Vooral Brasem heeft rechtstreeks effect op de vegetatie. Er zijn bestandsopnamen beschikbaar uit een reeks van jaren t/m 1987, uit 1995 en uit 2002. In de jaren tachtig nam de Brasem biomassa af van 66 kg/ha in 1983 naar 21 kg/ha in 1987. In 1995 bedroeg de biomassa naar schatting 37 kg/ha en in 2002 30 kg/ha. In 1995 werd echter slechts 33% van de biomassa gevormd door vissen groter dan 25 cm (12 kg/ha), terwijl dat in 1987 95% en in 2002 77% was (figuur 4.11). De ondervertegenwoordiging van kleine Brasem in 2002 is mogelijk een gevolg van predatie door Snoekbaars, waarvan de laatste jaren twee sterke jaarklassen hebben gedomineerd (Vendrig et al. In prep.). Het gevolg is dat eventuele effecten van bodemwoelende Brasem omstreeks 2002 (en 1987) sterker moeten zijn geweest dan omstreeks 1995.

Figuur 4.11
Lengteverdeling van de Brasempopulatie in het Gooimeer in 1987, 1995 en 2002.



4.5 Aantallen Knobbelzwanen

Het aantal Knobbelzwanen in het Gooimeer is vanaf 1999 sterk toegenomen en in de jaren 2000-2002 bedroeg het maximum ongeveer 1000 vogels. De zwanen zijn met name in de maanden mei t/m augustus present, waarschijnlijk gaat het om een ruiconcentratie van onvolwassen vogels en niet-broedende adulten. Uit de maandelijkse watervogeltellingen door Provincie Flevoland blijkt dat het aantal Knobbelzwanen in de zomer van 2003 aanzienlijk lager was dan in de drie daarop voorgaande zomers (tabel 4.3). Vooral de aantallen in juli en augustus, wanneer de aantallen in voorgaande jaren verder opliepen (volwassen vogels met mislukte broedsels?), waren relatief laag.

Tabel 4.3
Aantal Knobbelzwanen in het Gooimeer per maand vanaf januari 1995. Tellingen door W. Bouw, Provincie Flevoland.

	jan	feb	mrt	apr	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
1995	2	0	10	0		139	100	115	128	24	17	4
1996	4	0	4	2	85	209	124	165	24	13	6	0
1997	0	22	6	6	94	104	148	86	14	280	29	17
1998	28	6	30	14	8	330	185	0	201	220	42	0
1999	8	11	39	4	262	470	653	307	38	17	10	11
2000	118	152	42	58	933	710	793	867	125	152	59	78
2001	29	8	12	11	639	827	1234	1190	155	53	24	61
2002	6	4	23	16	375	676	1039	1350	90	77	31	9
2003	8	17	23	10	547	534	829	528				

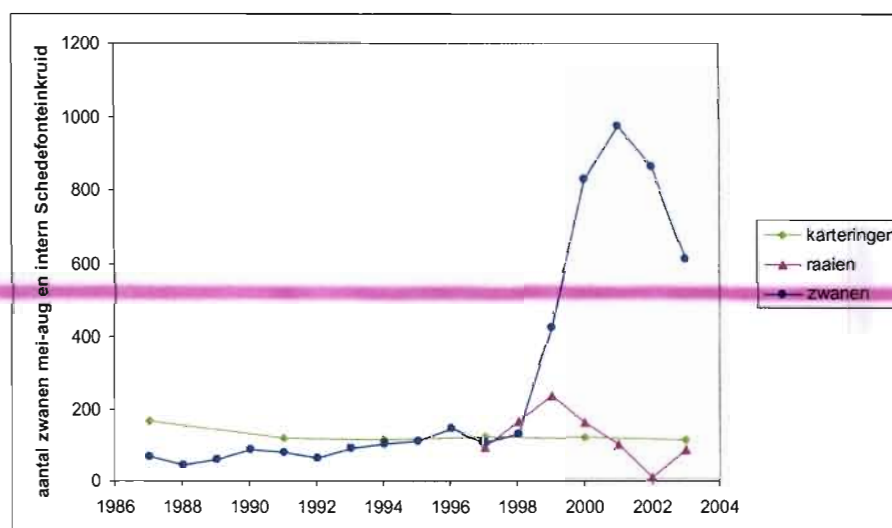
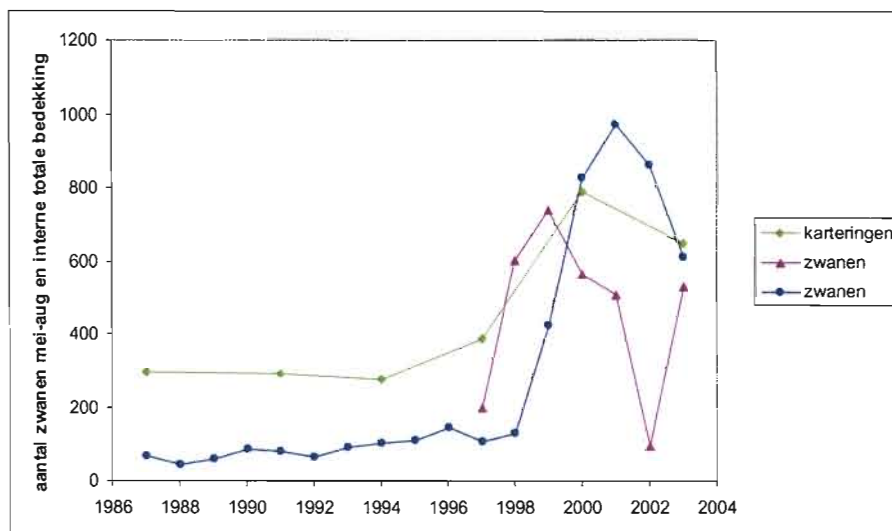


4.6 Zwanen en waterplanten gecombineerd

Uit een vergelijking van tabel 4.3 met figuur 4.3 en figuur 4.4 wordt duidelijk dat er geen negatieve relatie is tussen de toename van het aantal zwanen en het verloop van het totale areaal van de waterplanten. Ook met de totale interne bedekking is er geen negatieve relatie (figuur 4.12a), maar bij de interne bedekking van Schedefonteinkruid is dat minder duidelijk (figuur 3.14b).

Figuur 4.12

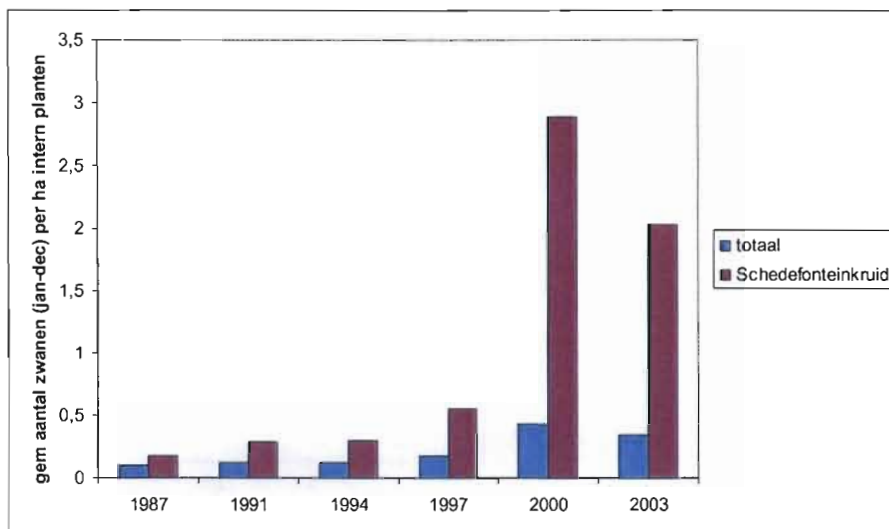
Verloop van de interne totale bedekking (a) en de interne bedekking van Schedefonteinkruid (b) volgens de plantenkarteringen (gecorrigeerd voor opnamedatgum) en de raaien (vanaf 1997, verrekend met het areaal tot 130 cm diepte) en het gemiddelde aantal Knobbelzwanen in de periode mei-augustus.



Omdat de gecorrigeerde interne bedekking van de planten minder sterk is toegenomen dan de aantallen zwanen, of in het geval van Schedefonteinkruid zelfs enigszins is afgenomen, is de graasdruk, uitgedrukt in aantallen zwanen per interne hectare planten, de laatste jaren sterk verhoogd (figuur 4.13). Als die graasdruk wordt uitgezet tegen de interne bedekking van de planten zelf (figuur 4.14), dan blijkt opnieuw dat ondanks een toenemende graasdruk de totale vegetatie is toegenomen, maar ook dat een eventuele toename van Schedefonteinkruid mogelijk door deze begrazing is tegengehouden.

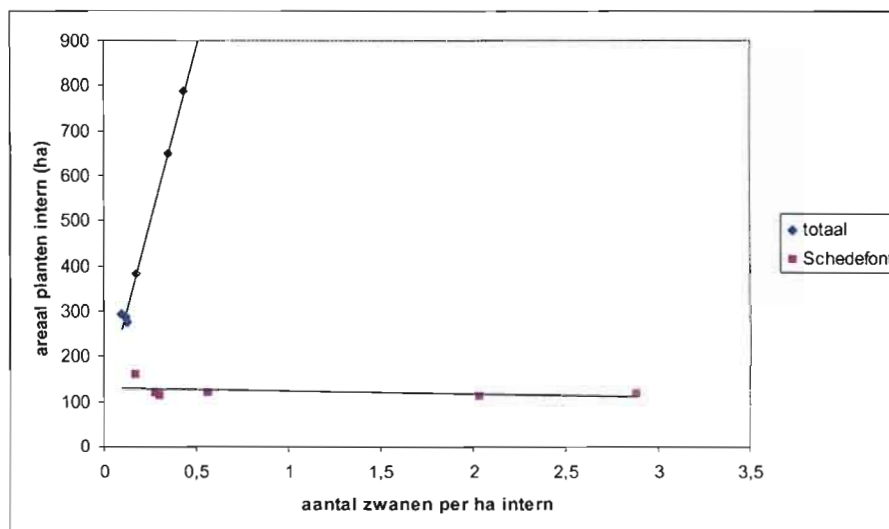
Figuur 4.13

Verloop van het aantal Knobbelzwanen per hectare waterplanten (totale interne bedekking en interne bedekking Schedefonteinkruid, gecorrigeerd voor opnamedatum) in het Gooimeer in de jaren van de plantenkartering.



Figuur 4.14

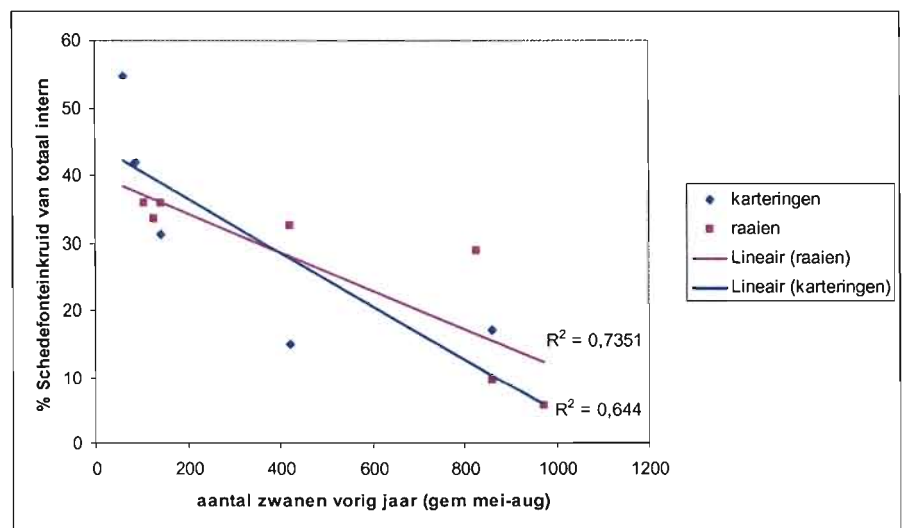
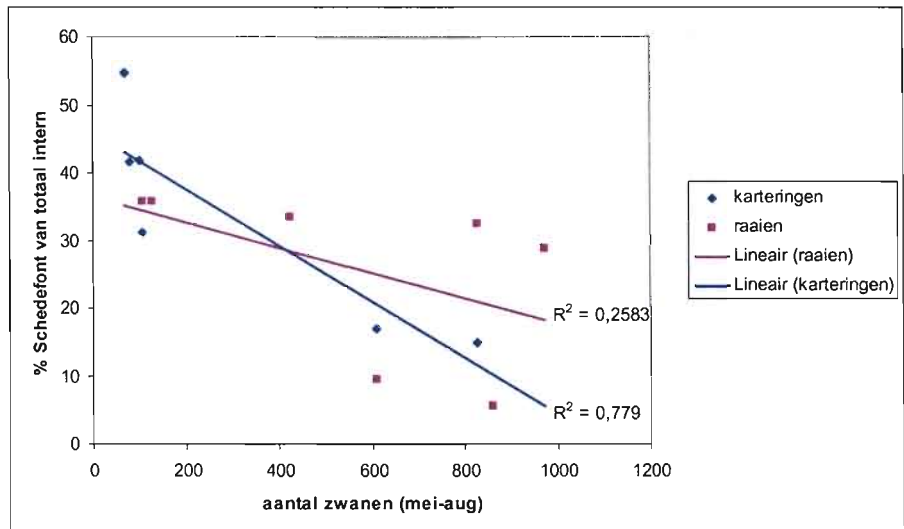
Relatie tussen graasdruk (aantal Knobbelzwanen per ha planten, totale interne bedekking en Schedefonteinkruid, gecorrigeerd voor opnamedatum) en het interne areaal waterplanten in het Gooimeer voor de jaren van de beschikbare kartering.



Dat wordt nog duidelijker als de aantallen zwanen worden uitgezet tegen het aandeel van Schedefonteinkruid in de totale interne bedekking (biomassa). Dan blijkt er wel degelijk een negatief verband te bestaan (figuur 4.15a), dat bij de raaien nog aanzienlijk sterker is als de aantallen zwanen van het voorgaande jaar gebruikt worden (figuur 4.15b). Dit komt enerzijds omdat ten tijde van de kartering en vooral van de opname van de raaien nog slechts een deel van het graasseizoen verstreken is, anderzijds is er mogelijk een effect van gras op de hergroei van Schedefonteinkruid in het volgende seizoen.

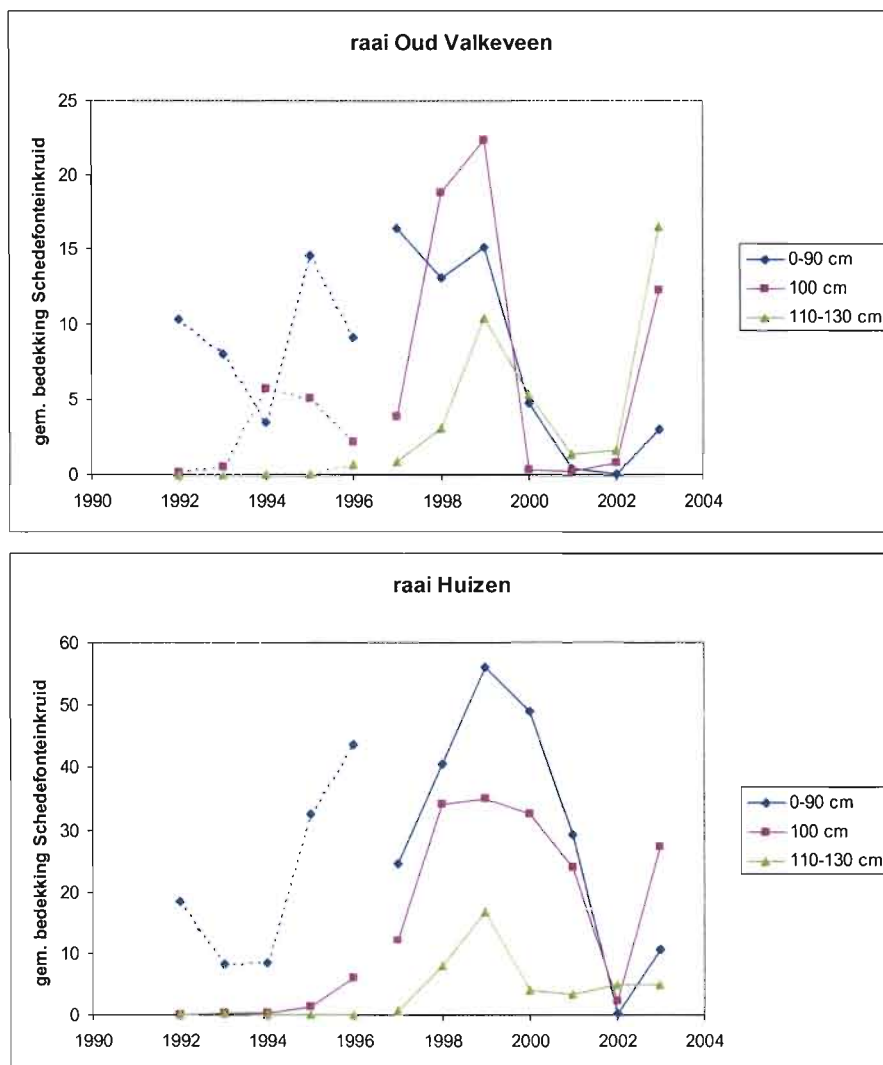
Figuur 4.15

Relatie tussen het aantal Knobbelzwanen in mei-augustus van het jaar van de plantenopnamen (a) en het voorgaande jaar (b) en het aandeel van Schedefonteinkruid in de totale interne bedekking van het Gooimeer.



Als invloed van consumptie door zwanen een rol speelt, dan zou het effect zich moeten beperken tot de gebieden met diepten tot ongeveer een meter, op grond van waarnemingen van het dieptegebruik door Knobbelzwanen in het Veluwemeer (Noordhuis 2001). Op de MWTL raaien lijkt ook effect op te treden op diepten van 110-130 cm (de rand van de vaargeul). De waarnemingen in het Veluwemeer hadden echter grotendeels betrekking op foeragerende zwanen in het najaar, en op een situatie met dominantie van kranswier. In het Gooimeer gaat het om de zomermaanden en om fonteinkruiden, en als het loof van de planten wordt geconsumeerd kunnen vanaf het oppervlak ook planten van grotere diepte worden geogst (figuur 4.16).

Figuur 4.16
Gemiddelde dichtheden van Schedefonteinkruid in opeenvolgende dieptezones op de MWTL-raaien in het Gooimeer.





5 Discussie

De resultaten van de experimenten suggereren op het eerste gezicht een zeker effect van zwanenconsumptie op de vegetatie-ontwikkeling, weinig of geen effect van vis en een effect van de sedimentsamenstelling in het Gooimeer op de ontwikkeling van met name kranswier.

Sediment en zaadbank

De interpretatie van deze resultaten wordt echter bemoeilijkt door de relatief uitbundige ontwikkeling van planten in de zomer van 2003, die mogelijk in verband staat met de hoge watertemperatuur. Dit geldt wellicht in het bijzonder met betrekking tot de sterke ontwikkeling van draadwier. De beschutting die door de kooien zelf werd geleverd en het invangen van soms grote hoeveelheden draadwieren door het gaas veroorzaakte verschillen tussen de mate van beschaduwing en afdekking van de hogere planten binnen en buiten de kooien. Bij het experiment met de sedimentbuisjes werden de buisjes met Gooimeersediment, die aan de oostzijde van de middenpaal van de proefvakken waren geplaatst, gemiddeld sterker met algenmatten overdekt dan de buisjes met Wolderwijdsediment. Omdat het niet onwaarschijnlijk lijkt dat de afwezigheid van kranswier in de Gooimeerbuisjes het gevolg is van verstikking en vroegtijdige afbraak, kan hieruit geen conclusie worden getrokken. Eerder in het seizoen bleef de kieming van planten in het algemeen in de Gooimeerbuisjes niet achter bij die in de Wolderwijdbuisjes, terwijl de afwezigheid van kranswier in het Gooimeer in de eerste plaats moet worden verbonden aan het ontbreken van een sporenbank. Kiemingsproeven in het lab kunnen verder uitwijzen of de sedimentsamenstelling in het Gooimeer een belemmering is voor de groei van kranswier.

Visconsumptie

De interpretatie van de gegevens over bedekking, die de rol van consumptie door vis en vogels moeten belichten, wordt eveneens bemoeilijkt door de sterke ontwikkeling van draadwier. Afgezien van de hierboven beschreven verschillen in beschaduwing en afdekking werd de schatting van bedekkingen van de hogere plantensoorten sterk bemoeilijkt door de overvloedige draadwierontwikkeling op en tussen de planten. Ook wordt de spreiding in bedekkingen per categorie vergroot door de geclusterde verspreiding van de planten. In dit licht zijn de verschillen tussen de gesloten en de halfopen kooien niet voldoende om een rol van betekenis voor de vegetatie-ontwikkeling toe te schrijven aan consumptie door vis. Gedurende de proef bleef de vegetatie ook in de halfopen kooien aaneengesloten en vis werd in deze kooien nooit waargenomen. De ondergeschikte rol van visconsumptie volgt ook uit het ontbreken van verschillen tussen gesloten en halfopen kooien in de dichtheden van zaden en wortelknolletjes in september. Daarnaast heeft de recente toename van de biomassa van grote Brasem geen afname van de planten tot gevolg gehad.

Vogelconsumptie

Waarnemingen van grote aantallen foeragerende Knobbelzwanen geven al aan dat sprake moet zijn van een effect van vogelconsumptie op de biomassa van waterplanten. Binnen de kooien vond de ontwikkeling van de hogere planten



sneller plaats dan daarbuiten. Binnen de kooien bleef de vegetatie bovendien aaneengesloten, terwijl de vegetatie buiten de kooien in de loop van het seizoen steeds meer gaten en kale plekken ging vertonen. In de kooien neemt de bedekking echter eerder af onder invloed van beschaduwing en afdekking door draadwier. De meest concrete aanwijzing voor effecten van vogelconsumptie is de veel lagere dichtheid van wortelknolletjes van Schedefonteinkruid buiten de kooien en het kleinere gemiddelde formaat van de overgebleven knolletjes. Deze consumptie moet effect hebben op de biomassa van Schedefonteinkruid in het volgende seizoen, figuur 4.15 lijkt dat te bevestigen. Zowel het experiment als het verloop van de biomassa in karteringen en raaiopnames lijken aan te geven dat Tenger Fonteinkruid en Zannichellia hier wel bij varen, en een deel van de verliezen van Schedefonteinkruid compenseren.

Een eventueel effect van consumptie door zwanen op de biomassa van de planten hoeft niet noodzakelijkerwijs ook op het areaal van invloed te zijn (en kan in principe de verspreiding zelfs stimuleren). Het foerageren op knolletjes is voor de zwanen niet meer interessant als de dichtheid onder een zekere grenswaarde is gedaald. Dat betekent dat altijd knolletjes overblijven, zodat het de vraag is of consumptie ook effect heeft op het areaal van de planten, en op de mate waarin het potentiële areaal daadwerkelijk begroeid raakt. De afname van het areaal van Schedefonteinkruid heeft zich gedeeltelijk voor de toename van de zwanen voltrokken en het areaal is in 2003 toegenomen ondanks een nog steeds aanzienlijke graasdruk. Daarnaast lag in 2003 een deel van de ondanks gunstige diepte onbezette meetpunten buiten het bereik van de zwanen. Effect op de dichtheid van de planten is er waarschijnlijk wel, maar het effect op het areaal van de planten is vermoedelijk beperkt.

Wel is het recent vrijwel ontbreken van Kleine Zwanen mogelijk verbonden aan de consumptie door Knobbelzwanen. De in september buiten de kooien gevonden dichtheden van knolletjes liggen in de buurt van de in de literatuur voor Kleine Zwanen opgegeven ondergrens. Voorraden knolletjes zijn voor Kleine Zwanen rendabel te exploiteren tot een ondergrens die onder meer afhangt van het bodemtype. In het Lauwersmeer bedroeg die ondergrens ca. 7.7 g DW/m², in het zandiger Veluwemeer ongeveer 1.9 g/m² (van Eerden 1997). Het aantal Kleine Zwanen (dat overigens nooit hoog genoeg is geweest voor een graasdruk vergelijkbaar met de huidige graasdruk door Knobbelzwanen) is drastisch gedaald vanaf 1994. Aanvankelijk kan dat worden verklaard met aanzuiging van de Veluwerandmeren, maar meer recent zijn de aantallen ook daar gedaald, ook daar in combinatie met versterkte zomerconsumptie door Knobbelzwanen.

Zaadbank

De drie in het experiment onderzochte factoren: sediment, vispredatie en vogelpredatie, lijken geen van drieën de achtergebleven ontwikkeling van het areaal van de waterplanten te kunnen verklaren. Wat overblijft is vooral de verspreiding van de zaadbank en de potentiële verspreidingssnelheid van de vegetatie bij afwezigheid van zo'n zaadbank. Uit onderzoek dat werd uitgevoerd in 2002 blijkt buiten de momenteel begroeide delen van het meer nauwelijks een zaadbank aanwezig is. Uit de kartering van 2003 blijkt dat de ondanks volgens het model gunstige diepte onbezette locaties sterk geclusterd voorkomen in de diepere delen van de gunstige diepterange. De uitbreiding van de omtrek van het bezette areaal lijkt gekoppeld aan de verspreiding in de uitgangssituatie, niet alleen aan de diepte. Schedefonteinkruid, veruit de meest talrijke hogere plantensoort in het Gooimeer, vormt nauwelijks zaad en moet zich dus grotendeels vegetatief verspreiden (wortelknolletjes). Dit limiteert de uitbreidingssnelheid. Ook spelen stromingspatronen mogelijk een rol. Tussen



2000 en 2003 lijkt de uitbreiding in de lengterichting van het meer gemakkelijker te zijn verlopen dan in de breedte.

De potentiële en de werkelijke vegetatie-omvang

De aanleiding voor dit experiment was de constatering dat de bedekking van waterplanten om het Gooimeer sterk achterbleef bij de op grond van het doorzicht berekende potentie, en geen gelijke tred hield met de toename van dat doorzicht. Deze berekening was uitgevoerd met de som van de arealen van de hogere waterplanten (bij afwezigheid van kranswieren), en met de doorzicht- en chlorofylwaarden op het centrale meetpunt ten zuidwesten van Almere-haven. Daarbij zijn enkele kanttekeningen te maken:

1) In 2000 en 2003 werden de diepere delen ten noorden van de vaargeul niet gekarteerd. Een deel van dit gebied lag in de dieptezone die volgens de modelberekeningen in die jaren berekende zou kunnen bevatten. Het werkelijke areaal planten kan daardoor in 2000 en 2003 zijn onderschat.

2) Door mening met water uit het Eemmeer is het doorzicht ten oosten van Huizen gemiddeld lager dan op het centrale meetpunt, en zijn de chlorofylgehalten gemiddeld hoger. Daardoor is het potentiële areaal voor de planten in het oosten aanzienlijk lager dan in het centrale en westelijke deel van het meer, waardoor voor alle jaren een te hoog potentieel areaal is berekend, oplopend tot orde grootte 200 ha in 2000 en 2003.

3) Tenslotte zouden de verschillen tussen het Gooimeer en het Veluwemeer in de samenstelling van de vegetatie een rol kunnen spelen. Als ook draad- en darmwier bij de vergelijking wordt betrokken, dan wordt de trend in het doorzicht wel degelijk gevolgd, hoewel het totale areaal nog steeds lager is dan de verwachting (waarschijnlijk ook na correctie voor de factoren onder 1 en 2). Dit suggereert dat er een samenhang is tussen de mate waar in het potentiële areaal wordt benut door hogere planten en de ontwikkeling van draad- en darmwier. Het model voor berekening van de potentie is gebaseerd op een situatie met dominantie van kranswier en een beperkte rol van draadwier, zodat er waarschijnlijk beperkingen zijn aan de toepassing in een situatie als die in het Gooimeer, waar kranswier ontbreekt en draadwier domineert. Dit zou in elk geval moeten betekenen dat draad- en darmwier in de vergelijking dienen te worden betrokken. De ontwikkeling van draad- en darmwier komt dan naar voren als een mogelijke oorzaak van beperking van de ontwikkeling van hogere planten in het Gooimeer. In het westen van het Gooimeer, ter hoogte van Naarden, bereikt draadwier zijn hoogste dichtheid, samenvallend met de, gezien de geringe diepte, meest opvallende absentie van hogere planten. Dit deel van de ondiepte ligt relatief geëxponerd t.o.v. de golfslag bij de overheersende westenwinden, wat mogelijk de overlevingskansen van hogere waterplanten beïnvloedt.

Inclusief draadwier volgt de ontwikkeling van het areaal waterplanten min of meer de ontwikkelingen in de waterkwaliteit (figuur 5.1). De afname van het areaal van Schedefonteinkruid (afgezien van 2003) zou gevoeliger kunnen zijn voor verschillen in opnamedatum dan het totale areaal, zodat de schijnbare afname van deze soort moeilijk te interpreteren is. Afgezien daarvan blijft echter een groot verschil tussen potentie en werkelijk areaal over, en dat verschil is geleidelijk groter geworden (figuur 5.2). Het kan zijn dat dit beeld enigszins ongunstig uitvalt doordat in 2000 en 2003 de gebieden ten noorden van de vaargeul niet zijn gekarteerd, maar er is waarschijnlijk geen sprake van een inhaalslag. Mogelijk is de kolonisationsnelheid te klein ten opzichte van de veranderingen in waterkwaliteit. Opvallend is echter wel dat de verschilfactor



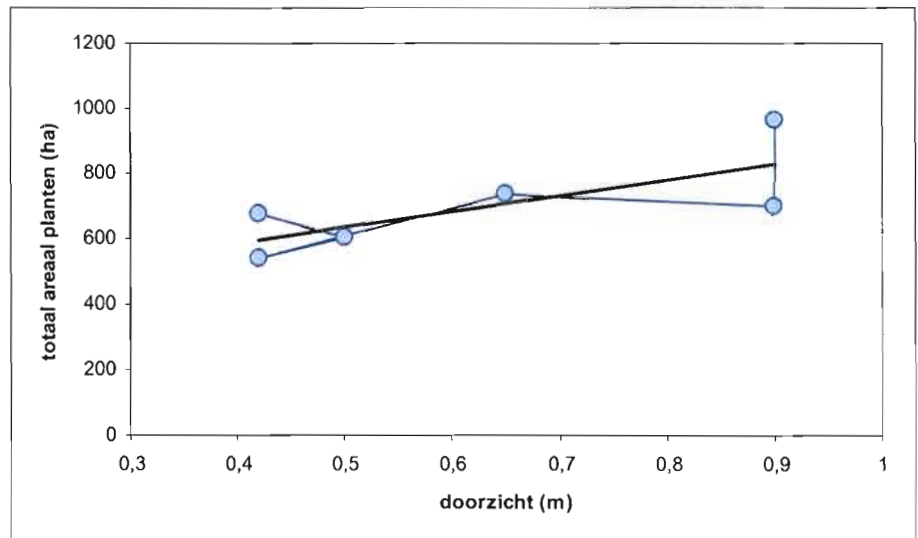
tussen potentie en werkelijk areaal ongeveer gelijk is aan het verschil in het Veluwemeer in de periode voordat de kranswieren kwamen (van den Berg 2003), hoewel deze factor voor het Gooimeer zal toenemen na correctie voor de slechtere waterkwaliteit in het oosten van het meer en de niet gekarteerde oppervlakten.

Het is aannemelijk dat kolonisatie van nieuw beschikbare gebieden tijd kost en bij snelle verbetering van de waterkwaliteit daarmee niet altijd gelijke tred houdt. Het is echter ook niet onwaarschijnlijk dat de respons op veranderingen in waterkwaliteit afhangt van de samenstelling van de vegetatie. De toename van het plantenareaal t.o.v. de potentie in het Veluwemeer (van den Berg 2003) is ook gerelateerd aan het toenemend biomassa-aandeel van kranswier (figuur 5.3). Mogelijk ligt het potentiële areaal in een situatie zonder kranswier dus lager dan het model berekent. Als deze factor inderdaad een rol speelt hangt de werkelijke potentie in het Gooimeer af van het al of niet opnemen van kranswier in het streefbeeld. Hiertoe kan aansluiting worden gezocht bij de kaderrichtlijn water. De vondst van *Chara*-kranswier in het Gooimeer bij de karteringen in 2003 is wellicht terug te voeren op het in dit rapport beschreven experiment. Daarnaast is echter langs de vaargeul ook Sterkranswier *Nitellopsis obtusa* aangetroffen, wat aangeeft dat spontane kolonisatie door kranswier op den duur wel degelijk kan worden verwacht.



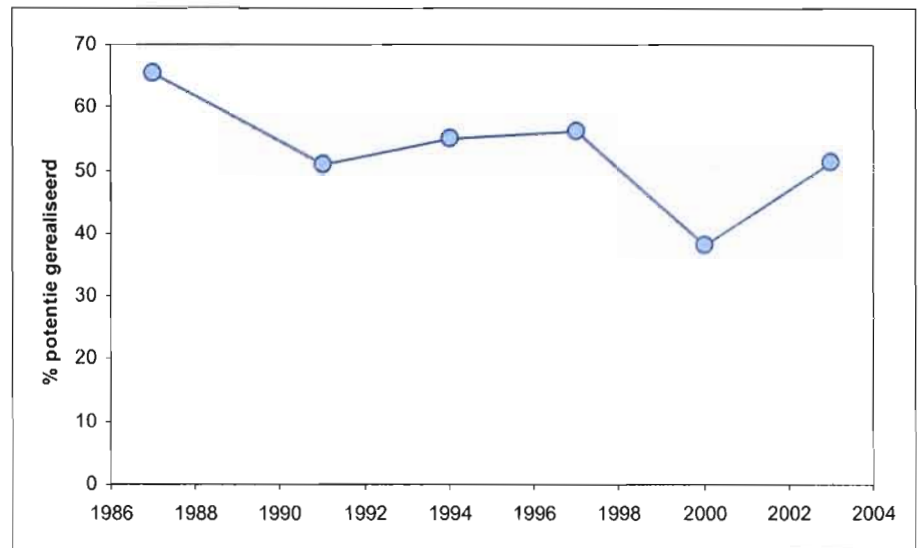
Figuur 5.1

Relatie tussen het gemiddelde zomerdoorzicht en het totale areaal waterplanten (ha) in het Gooimeer. Waarden uit opeenvolgende karteringen zijn door lijnen verbonden, rechtsboven 2003.



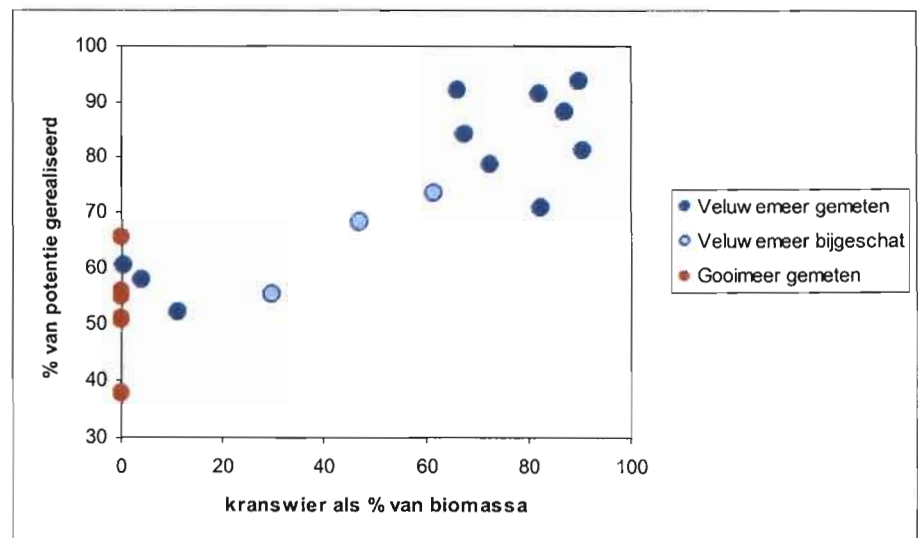
Figuur 5.2

Verloop van het percentage van het berekende potentiële areaal voor waterplanten (totale bedekking) dat werkelijk is gerealiseerd.



Figuur 5.3

Relatie tussen de abundantie van kranswier als percentage van de totale interne bedekking (biomassa) en het percentage van het berekende potentiële waterplantenareaal dat is gerealiseerd in het Veluwemeer en (1987-2001) in het Gooimeer (1987-2003). In de overgangperiode 1990-92 werd in het Veluwemeer geen volledige kartering uitgevoerd (in 1991 en 1992 alleen het smalle deel) en moest de bedekking in het overige deel worden bijgeschat.





6 Conclusies

Er is geen duidelijke aanwijzing voor belemmering van de ontwikkeling van waterplanten door de sedimentsamenstelling. De afwezigheid van kranswier (tot 2003) lijkt eerder verbonden aan de afwezigheid van een sporenbank dan aan de water- of sedimentkwaliteit.

Visconsumptie speelt waarschijnlijk geen grote rol in de mate van ontwikkeling van de vegetatie.

Consumptie door Knobbelzwanen heeft effect op de dichtheid van voortplantingsorganen en biomassa van met name Schedefonteinkruid. Dit wordt gecompenseerd door een toename van Tenger Fonteinkruid en Zannichellia. Het aantal zwanen is niet gerelateerd aan het areaal van de planten en is daarom geen afdoende verklaring voor het achterblijven van het areaal bij de op grond van doorzicht en chlorofyl geschatte potentie.

De ondanks theoretisch gunstige diepte onbezette meetlocaties zijn sterk geconcentreerd in het noordwesten en het oosten van het meer, in de diepere delen van de gunstige diepterange. In dit gebied is door menging met water uit het Eemmeer de waterkwaliteit slechter, waardoor de het potentiële areaal voor waterplanten in het hele meer, berekend op grond van doorzicht en chlorofylgehalten in het westen van het meer, is overschat.

Daarnaast is buiten de vegetatie nauwelijks een zaadbank aanwezig en de verspreiding lijkt mede te worden bepaald door de nabijheid van overige vegetatie. De uitbreidingssnelheid van de vegetatie wordt daarom mogelijk tevens beïnvloed door de morfologie van het meer en de stromingspatronen.

De invulling van het potentiële areaal voor waterplanten in het Gooimeer lijkt dus enerzijds te worden beperkt door de aanvoer van water van relatief slechte kwaliteit uit het Eemmeer, anderzijds door de maximale kolonisationsnelheid van de planten zelf, gecombineerd met morfologie en stromingspatronen in het meer. Alle andere hypothesen (sediment, visconsumptie en vogelconsumptie) en de mogelijke rol van draadwier, zijn waarschijnlijk slechts additionele factoren. Daarnaast is de gebruikte berekening van het potentiële areaal in situaties zonder kranswier aan discussie onderhevig.





7 Aanbevelingen

Nader onderzoek

Kiemingsproeven in het lab om de rol van het sediment nader te onderzoeken

Onderzoek naar de rol van draadwier bij het beperken van de groeipotentie van fonteinkruiden en het invullen van hun potentiële areaal

Inventarisatie van biomassa van knolletjes in september i.v.m. voedselaanbod voor de Kleine Zwaan

Aanvullend onderzoek naar de aanwezigheid van een zaadbank in de ondanks gunstige diepte niet begroeide gebieden

Onderzoek naar de rol van stromingspatronen, morfologie en windwerking op de verspreiding en kolonisatie van waterplanten.

Toetsing van de potentieberekeningen op situaties zonder kranswier en correctie voor ruimtelijke verschillen in doorzicht en chlorofyl.

Analyse van effect van opnamedatum op de bedekking van afzonderlijke plantensoorten in het gehele IJsselmeergebied en ontwikkeling van rekenregels voor correctie.

Bij de volgende waterplantenkartering het gebied ten noorden van de vaargeul weer meenemen.

Beheer

De omvang van de zaadbank beperkt de snelheid van uitbreiding van de vegetatie, maar de waterkwaliteit in het oostelijke deel van het meer en hydromorfologische factoren (winderosie en stromingspatronen) lijken van grotere betekenis.

De komst van kranswier kan mogelijk de wisselwerking tussen vegetatie en waterkwaliteit versterken. Er is in het Gooimeer geen sporenbank, maar inmiddels is wel kranswier in het meer aangetroffen.

Mede omdat uit de analyse blijkt dat het potentiële en het werkelijke areaal planten waarschijnlijk aanzienlijk dichter bij elkaar liggend aanvankelijk werd gedacht, lijkt de meest effectieve beheersmaatregel een vervolg op het spoor van de waterkwaliteit (nutrienten). Daarbij is de grootste winst voor het Gooimeer te behalen uit een verbetering van de waterkwaliteit in het Eemmeer.





8 Literatuur

- van den Berg, M.S. 2003. Analyse van ontwikkeling waterplanten in Eem- en Gooimeer. RIZA werkdocument 2003.046x, Lelystad.
- van Eerden, M.R. 1997. Patchwork, patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in Dutch freshwater wetlands, Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen, Van Zee tot Land 65: 187-214, Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied Lelystad.
- Noordhuis, R., D.T. van der Molen & M.S. van den Berg 2002. Response of herbivorous water-birds to the return of Chara in Lake Veluwemeer, The Netherlands. Aquatic Botany 72: 349-367.
- Noordhuis, R. 1997. Biologische monitoring zoete rijkswateren: watersysteemrapportage Randmeren. RIZA rapport 95.003, Lelystad.
- Noordhuis, R. 2001. WAVOMIJ; Watervogels in de Veluwerandmeren. Aantallen van herbivoren en benthivoren in relatie tot voedselbeschikbaarheid en waterpeil. RIZA rapport 001.187X, Lelystad.
- Noordhuis, R. & I. Tulp 2002. Kleine Zwanen *Cygnus bewickii* in het IJsselmeergebied na Brouwer en Tinbergen. Is de beste tijd voorbij? *Limosa* 75: 13-24.
- Vendrig, K., G. Butijn, K. Oostinga, R. Veltman, T. de Vrieze, R. Portielje, R. Noordhuis, E. Lammens, K. Wolfstein, A. Vrolijk, S. vd Brenk & J. Smits in prep. Jaarrapportage Zuidelijke randmeren 2000 - 2003. Rapport BEZEM Rijkswaterstaat (RIZA/RDIJ), Lelystad.
- de Witte, B.J., L. van Pelt & J. Postema 2000. Monitoring van waterplanten en perifyton in het IJsselmeergebied 2000. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied rapport 2000-11, Lelystad.





Bijlage 1 Bedekkingpercentages

Het gemiddelde bedekkingpercentage met standaarddeviatie over vier locaties en vier deelvakken per categorie: dicht = gesloten kooien tegen vis- en vogelpredatie; halfopen = alleen bovenkant afgesloten tegen vogelpredatie en buiten = referentievakken, open voor graas door vis en vogels.

Schedefonteinkruid							
	Dicht		Halfopen		Buiten		
	gem.	stdev.	gem.	stdev.	gem.	stdev.	
26-mrt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8-apr	0,06	0,25	0,19	0,40	0,40	0,00	0,00
23-apr	1,25	0,45	1,13	0,34	1,00	1,00	0,00
7-mei	2,25	0,86	2,38	0,89	1,50	1,50	0,58
21-mei	8,06	6,71	3,31	1,78	3,50	3,50	1,00
6-jun	7,83	2,12	28,17	23,71	8,00	8,00	2,45
18-jun	27,19	23,45	34,38	26,82	10,88	10,88	6,14
8-jul	28,75	23,20	45,88	26,31	10,00	10,00	4,08
31-jul	13,75	7,19	28,13	17,50	21,67	21,67	24,66
27-aug	12,63	5,56	16,81	13,15	30,00	30,00	7,07
GEM.	10,18		16,04		8,65		

Tenger Fonteinkruid							
	Dicht		Halfopen		Buiten		
	gem.	stdev.	gem.	stdev.	gem.	stdev.	
26-mrt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8-apr	0,06	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23-apr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7-mei	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21-mei	0,00	0,00	0,06	0,25	1,25	1,25	0,50
6-jun	6,08	3,03	5,00	2,22	4,00	4,00	4,00
18-jun	17,56	13,94	5,94	5,23	3,25	3,25	4,28
8-jul	21,25	23,77	11,88	13,02	57,5	57,5	15,55
31-jul	7,94	6,68	4,94	3,04	21,67	21,67	14,43
27-aug	0,25	0,45	2,88	5,32	0,25	0,25	0,5
GEM.	5,31		3,07		8,79		

Zannichellia							
	Dicht		Halfopen		Buiten		
	gem.	stdev.	gem.	stdev.	gem.	stdev.	
26-mrt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8-apr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23-apr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7-mei	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21-mei	6,06	1,44	2,875	1,63	6,50	6,50	1,00
6-jun	38,42	17,11	14,00	6,18	5,75	5,75	3,77
18-jun	29,69	21,48	11,875	8,73	16,56	16,56	10,76
8-jul	36,25	27,17	14,38	6,55	21,75	21,75	12,61
31-jul	0,56	0,63	0,25	0,45	3,25	3,25	4,50
27-aug	0,06	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GEM.	11,10		4,34		5,38		



Draadwier

	Dicht		Halfopen		Buiten		
	gem.	stdev.	gem.	stdev.	gem.	stdev.	
26-mrt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8-apr	0,31	0,48	0,19	0,19	0,40	0,00	0,00
23-apr	0,44	0,51	0,06	0,06	0,25	0,25	0,50
7-mei	0,50	0,52	0,44	0,44	0,51	0,25	0,50
21-mei	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,50
6-jun	1,83	1,53	3,33	3,33	3,45	1,25	2,50
18-jun	50,63	26,45	54,38	54,38	26,83	16,81	10,99
8-jul	31,25	20,78	71,56	71,56	7,24	61,25	17,50
31-jul	61,25	19,28	70,63	70,63	16,92	52,50	22,17
27-aug	55,63	19,31	44,38	44,38	17,50	75,00	5,77
GEM.	20,18		24,50			20,81	

Darmwier

	Dicht		Halfopen		Buiten		
	gem.	stdev.	gem.	stdev.	gem.	stdev.	
26-mrt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8-apr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23-apr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7-mei	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21-mei	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
6-jun	5,33	0,78	6,33	6,33	1,30	6,25	2,50
18-jun	11,56	7,24	28,56	28,56	30,41	10,25	12,05
8-jul	25,00	32,86	9,56	9,56	3,88	2,50	5,00
31-jul	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27-aug	0,25	0,45	0,25	0,25	0,45	0,00	0,00
GEM.	4,21		4,47			2,00	



Bijlage 2 Planthoogtes

De gemiddelde planthoogte van hogere planten met standaarddeviatie over vier locaties en vier deelvakken per categorie: dicht = gesloten kooien tegen vis- en vogelpredatie; halfopen = alleen bovenkant afgesloten tegen vogelpredatie en buiten = referentievakken, open voor graas door vis en vogels.

Schedefonteinkruid						
	Dicht		Halfopen		Buiten	
	gem.	stdev.	gem.	stdev.	gem.	stdev.
26-mrt						
8-apr	5,00		0,00	5,00	0,00	
23-apr						
7-mei	13,75		6,29	16,25	2,50	
21-mei	42,50		15,00	31,25	6,29	20
6-jun	57,50		6,22	61,67	14,03	48,75
18-jun	80,00		8,16	82,50	5,00	57,50
8-jul	83,75		20,45	83,75	20,45	57,50
31-jul	63,33		23,09	70,00	17,32	
27-aug	7,50		3,54	56,67	36,15	49,75
GEM.	44,17			50,89		46,70

Tenger Fonteinkruid						
	Dicht		Halfopen		Buiten	
	gem.	stdev.	gem.	stdev.	gem.	stdev.
26-mrt						
8-apr						
23-apr						
7-mei						
21-mei					10,00	0,00
6-jun	58,33		6,85	59,17	16,49	45,00
18-jun	95,00		5,00	86,67	5,77	75,00
8-jul	60,00		41,95	65,00	42,27	87,50
31-jul						
27-aug				7,50	3,54	
GEM.	71,11			54,58		54,38

Zannichellia						
	Dicht		Halfopen		Buiten	
	gem.	stdev.	gem.	stdev.	gem.	stdev.
26-mrt						
8-apr						
23-apr						
7-mei						
21-mei	5,00		0,00	5,00	0,00	5,00
6-jun	14,83		2,55	10,83	3,38	12,50
18-jun						
8-jul	25,00		5,16	22,50	4,47	17,50
31-jul						
27-aug	5,00			5,00		
GEM.	12,46			10,83		11,67





Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied in het kader van het project BEZEM.

Dit werkdocument is een verslaglegging van de veldgegevens van een experiment, uitgevoerd in 2003, aangevuld met een analyse van gegevens uit het programma Biologische Monitoring van MWTL, het regionale meetnet van Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied en de watervogeltellingen van Provincie Flevoland (bewerkt en verstrekt door Sovon Vogelonderzoek Nederland). Voor informatie over het onderzoek zij verwezen naar de projectleider bij het RIZA Ruurd Noordhuis (r.noordhuis@riza.rws.minvenw.nl) of de opdrachtgever bij Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied (RDIJ) Ernst Rijdsijk (r.e.rijdsijk@rdij.rws.minvenw.nl).

Bij het veldwerk werd geassisteerd door John van Schie, Johan Bucher, Joost Balster, Marcel van den Berg en Jan van der Hout.

De foto's zijn gemaakt door John van Schie en Ruurd Noordhuis.

