

Maaien van waterplanten in het Veluwemeer

*Onderzoek naar methoden en effecten
Eindrapport*



Werkdocument: 2001.001X

**Auteurs: Marcel van den Berg, Marloes Kolen & Hugo
Coops**

**RIZA
Lelystad, 10 januari 2001**

Maaien van waterplanten in het Veluwemeer

*Onderzoek naar methoden en effecten
Eindrapport*

Werkdocument: 2001.001X
**Auteurs: Marcel van den Berg, Marloes Kolen & Hugo
Coops**

RIZA
Lelystad, 10 januari 2001

Voorwoord

In opdracht van Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied (RDIJ) is door het RIZA een begeleidend onderzoek uitgevoerd naar methoden en effecten van het maaien van waterplanten in het Veluwemeer. De begeleidingscommissie van RDIJ (G. D. Butijn, R. Doef, J. A. Kram, P. Licht, M. Spoelder, I. de Vries en B. de Witte) willen wij bedanken voor hun begeleiding. In het bijzonder willen we M. Rutten en J. van Schie bedanken voor hun inzet tijdens het veldwerk en fotobijdragen. Tot slot willen wij een aantal bedrijven bedanken die een belangrijke bijdrage hebben geleverd aan het onderzoek. De firma's Achterberg B.V. en Aqua Terra verzorgden de technische uitvoering van de maaiwerkzaamheden. Koeman en Bijkerk B.V. leverde een bijdragen aan fyto- en zoöplankton analyses en was een belangrijke leverancier van personele inzet. Bureau Waardenburg heeft de vogeltellingen verzorgd en G. van Moorsel (van hetzelfde bureau) heeft de duikend de metingen aan Doorgroeid fonteinkruid verricht.

Samenvatting

In dit rapport zijn de resultaten weergegeven van de maaiproeven die in 1999 en 2000 in het Veluwemeer zijn uitgevoerd. Aanleiding voor het onderzoek was de recent ontstane overlast van waterplanten voor de varende recreatie in de Veluwerandmeren.

Uit het onderzoek blijkt dat maaien tot op de bodem technisch moeilijk is en dat het ook minder wenselijk is vanwege de te verwachten negatieve effecten op waterkwaliteit. Het selectief maaien van Doorgroeid fonteinkruid in een ondergroei van kranswier is mogelijk, mits secuur uitgevoerd. De bedekking van Doorgroeid fonteinkruid kan sterk worden gereduceerd en de planten groeien in beperkte mate terug. Eenmaal maaien in het seizoen (na 1 juni) is waarschijnlijk ook in andere jaren voldoende om overlast te beperken. De ondergrondse biomassa van Doorgroeid fonteinkruid is in de gemaaide gebieden gemiddeld lager dan in de niet gemaaide gebieden. In 2000 was er echter geen meetbaar effect op de bedekking van Doorgroeid fonteinkruid van gebieden gemaaid in 1999. Lange termijn effecten zijn van eenmalig maaien daarom niet te verwachten. Het maaien van kranswieren bleek op ondiepe delen goed mogelijk en de vegetatie herstelde zich binnen een seizoen weer tot 60 % bedekking. Het aanleggen van vaarroutes door kranswieren, waarbij concentratie van vaarbewegingen de overlast moet verminderen, bleek een reductie van de gemiddelde plantlengte van ongeveer 20 cm op te leveren. Het rapport geeft verder advies over in welke mate en welke soorten vegetatie verwijderd kunnen worden zonder het stabiele heldere ecosysteem aan te tasten. Ook geeft het rapport advies over het effect van vegetatieverwijdering voor watervogels. De belangrijkste resultaten, interpretaties en adviezen staan puntsgewijs gepresenteerd in het hoofdstuk conclusies.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1	Inleiding	9
2	Dynamiek en voorkomen van Doorgroeid fonteinkruid in het Veluwemeer	11
3	Materiaal en methoden	13
	3.1 Maaiproef vak A	13
	3.2 Maaiproef vak B	13
	3.2.1 Indeling raaien	13
	3.2.2 Methode van maaien	15
	3.2.3 Bepaling geogste hoeveelheid	17
	3.2.4 Metingen biomassa	17
	3.2.5 Schatten van bedekkingen	17
	3.2.6 Groeistrategie Doorgroeid fonteinkruid	17
	3.4 Maaiproef vak C (maaieren van kranswier)	18
	3.5 Markering vaarroute door kranswierenveld	
	3.6 Monitoring waterkwaliteit	18
	3.7 Monitoring watervogels	19
	3.8 Knipproef	19
	3.9 Statistische analyse	20
4	Resultaten	21
	4.1 Bepaling geogste hoeveelheid	21
	4.2 Experimenten en waarnemingen 1999	21
	4.2.1 Effect van maaieren op bedekking en planthoogte	
	4.2.2 Effect van maaieren op de biomassa van Doorgroeid fonteinkruid	22
	4.2.3 Hergroei van gemaaide planten	24
	4.2.4 Monitoring locale waterkwaliteit	25
	4.2.5 Monitoring watervogels	26
	4.3 Knipproef	26
	4.4 Experimenten en waarnemingen 2000	27
	4.4.1 Effect van maaieren op de bedekking	27
	4.4.2 Effect van maaieren op de plantlengte	27
	4.4.3 Effect van aanharken van kranswieren	28
	4.4.4 Markering vaargebied door kranswierenveld	29
	4.4.5 Ontwikkeling van individuele Doorgroeid fonteinkruid planten	30
	4.5 Verwachte effecten verschillende maaidata: een simpel rekenvoorbeeld	32

5	Discussie	35
6	Belangrijke conclusies	39
7	Referenties	41
	Bijlagen	
1	Planthoogte en vrije waterkolom in het Veluwemeer 1999	43
2	Relatie tussen drooggewicht en biomassa van Doorgroeid fonteinkruid in de maaiproeven in het Veluwemeer 1999	44
3	Relatie tussen lengte en biomassa van Doorgroeid fonteinkruid	45
4	Resultaten waterkwaliteitsmetingen	46
5	Resultaten extinctiemeting	48
6	Geogste biomassa die per maaibeurt, per soort van verschillende raaien	49
7	Coördinaten vak A en vak B	50
8	Schematische opstelling proeflocatie B	51

1 Inleiding

Ondergedoken waterplanten zijn voor het waterbeheer een belangrijke doelvariabele. Ze zijn van cruciale betekenis voor de ecologische doelstellingen (er zijn grote natuurwaarden verbonden aan waterplantenrijk ondiep water) en de waterkwaliteit doelstellingen (stabiel, helder water; Van den Berg & Coops, 1999). In het gehele IJsselmeergebied nemen waterplanten toe (Postema & De Witte, 1999) vooral als gevolg van maatregelen ter bestrijding van eutrofiëring. De spectaculaire ontwikkelingen in de Veluwerandmeren zijn een aansprekend voorbeeld van ecologisch herstel (Noordhuis, 1997). De terugkeer van de watervegetatie heeft echter ook een keerzijde. Varende recreanten hebben last van de planten, doordat ze er in verstrikt raken met hun vaartuigen. Met name Doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus* L.) levert overlast op. De beheerder zoekt naar mogelijkheden om deze overlast te beperken zonder daarbij de met waterplanten geassocieerde waterkwaliteits- en natuurwaarden te verminderen. Omdat nog veel kennis ontbreekt over de effecten van maaien van waterplanten en de ecologische gevolgen, is onderzoek naar beheersing van waterplanten nodig.

In de Veluwerandmeren wordt de overlast door waterplanten als groot ervaren. Zeilboten lopen vast en ook buitenboordmotoren draaien zich regelmatig vast in dichte kluwen van fonteinkruiden (Foto 1). Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied (RDIJ) heeft daarom aan het RIZA opdracht gegeven een onderzoek te starten naar de beheersing van waterplanten in het Veluwemeer. Hierbij zijn de waterplanten met behulp van een boot met een maaikorf (in 1999) of met vistuig (in 2000) gemaaid. Gezien de betekenis van waterplanten voor de waterkwaliteit, is onderzocht wat een ingreep in de begroeiing betekent voor de kans op een verslechtering van de bereikte toestand.



Foto 1. Een schroef van een buitenboordmotor vastgedraaid in Doorgroeid fonteinkruid (John van Schie).

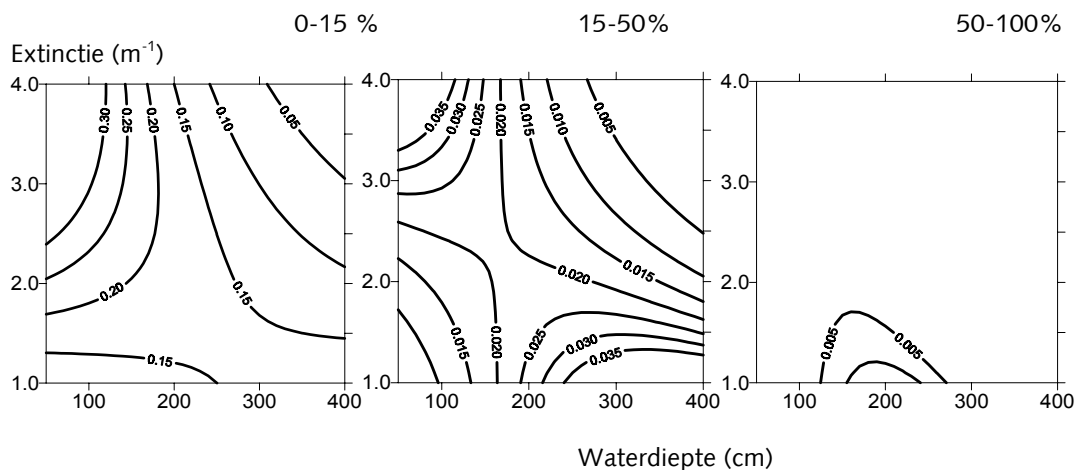
Het systeem met kranswierweiden lijkt stabiel te zijn en ook een redelijke capaciteit te hebben om slechte jaren te compenseren (Van den Berg, 1999; Meijer et al., 1999). Voldoende hergroei van planten is belangrijk voor het behoud van de stabiliteit van het door waterplanten gedomineerde helder watersysteem. In welke mate kranswieren en fonteinkruiden hergroeien en of er verschuivingen in de vegetatie optreden bij selectief maaien is nog onduidelijk.

Deze rapportage presenteert de resultaten van het onderzoek naar beheersing van waterplanten in het Veluwemeer. Aangegeven wordt waar de maaiproeven plaats vonden, en welke methoden zijn gebruikt. Ook wordt aangegeven hoeveel er gemaaid is, wat de effecten zijn van het maaien op de bodembedekking van planten en de capaciteit van waterplanten om te hergroeien. Daarbij is ook onderzocht op welke tijdstip en hoogte het best gemaaid kan worden en of er effecten te verwachten zijn op de lange termijn. De lokale waterkwaliteit in de gemaaide vakken is onderzocht en watervogels zijn geteld om eventuele effecten van maaien vast te leggen. Daarnaast is de ecologie van Doorgroeid fonteinkruid onderzocht op basis van de groei van individuele planten en op basis van het voorkomen in het Veluwemeer over de laatste 10 jaar. Op basis van de beschreven resultaten en literatuur worden in de discussie de (on)mogelijkheden van maaibeheer in het Veluwemeer beschreven.

2 Dynamiek en voorkomen van Doorgroeid fonteinkruid in het Veluwemeer

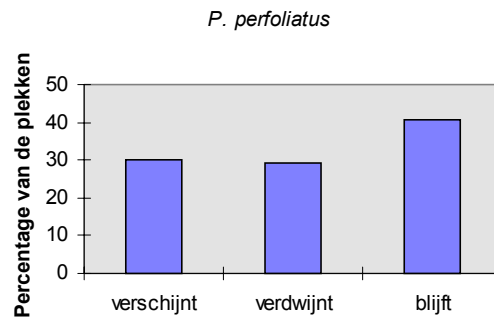
Uit de karteringen en de opgestelde beleidsnotie betreffende overlast door waterplanten (Postema & De Witte 1999; De Vries, 2000) is gebleken dat het oppervlak Doorgroeid fonteinkruid van jaar tot jaar sterk wisselt. Uit een regressie analyse blijkt echter dat de dynamiek van Doorgroeid fonteinkruid wel relatie heeft met een aantal omgevingsfactoren (Van den Berg et al., 1999). In het Veluwemeer blijkt de kans op voorkomen van Doorgroeid fonteinkruid vooral samen te hangen met waterdiepte en troebelheid. In troebel water komt de soort alleen voor in ondiep water (figuur 1). Als de waterhelderheid toeneemt neemt de kans sterk toe op diepere delen, vooral voor de hogere bedekking. Dichte bedekkingen van Doorgroeid fonteinkruid hebben een optimum diepte die net wat dieper is dan de kranswieren. Bij een lage troebelheid ligt dit optimum rond de twee en halve meter.

De kans om een dicht fonteinkruid veld aan te treffen is vrij laag (< 5 %). De open bedekking (bedekking minder dan 15 %) hebben een aanzienlijk hogere trefkans (c. 25 %). De grote fluctuatie van jaar tot jaar wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een hoge lokale dynamiek (figuur 2). Slechts 40 % van de Doorgroeid fonteinkruid velden komt een jaar later op precies dezelfde plek voor. Voor de andere 60 % van de plekken komen er nieuwe velden bij of vallen velden af, waarbij de verhouding tussen verschijnen en verdwijnen ongeveer gelijk is. De oorzaak voor de hoge lokale dynamiek is onduidelijk.



Figuur 1. Kans op Doorgroeid fonteinkruid voor verschillende bedekkingsklassen als functie van waterdiepte en troebelheid in het Veluwemeer op basis van logistische regressie. Een troebelheid van 1.5 komt grofweg overeen met Secchi diepte van 1 m doorzicht en een troebelheid van 3.5 met 40 cm doorzicht. De weergegeven lijnen zijn isoclines van kansen.

Maaien van waterplanten in het Veluwemeer



Figuur 2. Het van jaar tot jaar verschijnen, verdwijnen en het aanwezig blijven van geïnterpoleerde bedekking (aan- of afwezig) van Doorgroeid fonteinkruid (*P. perfoliatus*) in vakken van 10 x 10 m in het Veluwemeer van 1988-1998.

3 Materiaal en methoden

In het Veluwemeer werden op verschillende locaties proeven uitgevoerd die te maken hadden met het verminderen van waterplantenoverlast (zie kaart 1). In gebied A werden alleen fonteinkruiden gemaaid om te testen of het uitvoerbaar was qua kosten en logistiek om de overlast voor recreatie te verminderen. In gebied B werden raaien aangelegd om de groei van planten en de effecten van verschillende maaihoogtes en tijdstippen experimenteel te onderzoeken. Daarnaast werd een gebied experimenteel gemaaid waar alleen kranswieren voorkwamen (gebied C). Dit gebied werd uiteindelijk in de zomer van 2000 op hele kleine schaal geschoond met een hark. Als laatste is ook gekeken naar de mogelijkheden om vaarroutes aan te leggen op plaatsen waar kranswieren overlast vormde (IIVR, 2000).

3.1 Maaiproef vak A (18 ha., 300 x 600 meter)

De ligging is aangegeven op kaart 1 en was gebaseerd op de plaatsen waar dichte bedekkingen van Doorgroeid fonteinkruid die in 1998 voorkwamen. Het doel van het maaien van dit vak is in de eerste plaats het vrijhouden van waterplanten die naar het wateroppervlak groeien. In tabel 1 zijn de maaihoogtes en het tijdstip aangegeven. De methode van maaien is beschreven in 3.2. Voor het grootste deel van het vak was er een ondergroei van kranswieren aanwezig. De diepte in het vak is c. 2 m. Het gebied is verder niet gevolgd en wordt daarom verder niet meer besproken.

3.2 Maaiproef vak B

3.2.1 Indeling raaien

Naast gebied A zijn proefstroken gelegd (gebied B) waar op kleine schaal verschillende behandelingen worden uitgevoerd, om de effecten van verschil in maaihoogte en tijdstip te bepalen op Doorgroeid fonteinkruid en kranswier (zie uitvoerige beschrijving in bijlage 8). Tevens werd onderzocht of boven de kranswieren gemaaid kon worden en of er veranderingen in de vegetatie als gevolg van het selectief maaien in de toekomst te verwachten zijn. De ligging van gebied B is op kaart 1 aangegeven. De diepte varieert van 160 tot 220 cm. In gebied B mocht niet gevaren worden, hoewel dit van tijd tot tijd wel gebeurde. Er zijn in totaal 27 raaien uitgezet (totaal oppervlak 27.000 m²) waarvan 18.000 m² gemaaid werd. De raaien hadden een lengte van 100 meter en waren 10 meter breed. Er lagen negen raaien naast elkaar in een cluster. Gebied B bestond totaal uit drie clusters. Tussen de raaien werd een afstand van ongeveer 2 meter gelaten, tussen de clusters lag een afstand van 25 meter. In 1999 werd op drie tijdstippen gemaaid op twee verschillende hoogtes (tabel 1). In 2000 is alleen in week 24 boven de kranswieren gemaaid.

Kaart 1. Overzicht van de locaties waar experimenten zijn uitgevoerd in het Veluwemeer.

Tabel 1. De verschillende tijdstippen van maaien en maaihoogtes van de vakken A, B en C in het Veluwemeer, in 1999 en 2000. De coördinaten van vak A, B en C staan weergegeven in bijlage 7. In 2000 bleek de gerealiseerde maaihoogte rond 80 cm te bedragen.

Variabele	Gebied A		Gebied B		Gebied C	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Tijdstip maaien:						
week	29	24	22 29 35	24	-	19
Maaihoogte:						
bodem	-	-	+	-	-	+
60 cm boven bodem	+	+	+	+	-	-
controle	-	-	+	+	-	-

3.2.2 Methode van maaien

In 1999 is gemaaid met een zelfvarende bak die vastgelegd kon worden met spudpalen. Op de bak stond een hydraulische kraan met een lange arm die voorzien was van een maaikorf. De maaikorf had een hoogte indicator die op de vooraf gepeilde diepte kon worden ingesteld. Hierdoor kon de machinist nauwkeurig de maaihoogte bepalen. Twee rekken op de maaikorf voorkwamen dat gemaaide delen van het fonteinkruid in het water dreven (Foto 2 en 3).



Foto 2. Hydraulische kraan met maaikorf op een zelfvarende bak (Matthijs Rutten)



Foto 3. Detail van de maikorf met hoogte indicator (Matthijs Rutten).

In 2000 werd gemaaid met een verstelbaar snijmes met vangnet. Het snijmes hing met een ijzeren raamwerk aan een drijver. Aan het raamwerk zat een visnet waarvan de eerste 5 meter fijnmazig en de laatste 4 meter grofmazig waren. Het net was tijdens het maaien dicht geknoopt. Tijdens het maaien hing het net en snijmes aan de giek van de boot en werd naast de boot door het water voortgetrokken (Foto 4). De afgemaaide waterplanten verzamelden zich in het net. Als het net vol was, werd het aan boord gehesen en het maaisel gelost (zie foto voorplaat). De hoogte van het snijmes werd ingesteld om planten 60 cm boven de bodem af te snijden, maar dit bleek door de snelheid van de boot uiteindelijk 80 cm boven de bodem te bedragen.



Foto 4. Het net werd aan een giek vanaf een vissersboot voortgetrokken (Matthijs Rutten).

3.2.3 Bepaling geoogste hoeveelheid

De biomassa is bepaald aan de hand van monsters uit het gemaaid materiaal. Deze monsters werden op de maaiboot gestoken. Per raai werden 5 monsters van 15 x 15 cm van het uitgespreide maaisel uitgestoken op een gemeten oppervlak, waarmee de totale biomassa van het maaisel werd geschat. Vervolgens werd de hoeveelheid teruggerekend naar de biomassa per raai. De biomassa werd bepaald als drooggewicht na drogen bij 105 °C. De aannemer had na het maaien ook een opgave gegeven van het totale gemaaide versgewicht.

3.2.4 Metingen biomassa

Om de ondergrondse biomassa te bepalen is in 1999 de "box-kor" (20 x 30 cm) gebruikt. Deze monsters zijn genomen met hulp van de meetdienst van Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied. De monsters zijn gezeefd over een zeef van 2 mm. De boven- en ondergrondse delen zijn op het laboratorium gesplitst, en per soort zijn de gewichten zijn bepaald (natgewicht, drooggewicht, asvrijdrooggewicht).

De bovengrondse biomassa van Doorgroeid fonteinkruid is bepaald door het schatten van de bedekking in 10 vakken van elke raai op verschillende data en de relatie tussen bedekking en biomassa te bepalen (zie Van den Berg et al., 2000). Dit laatste werd gedaan door planten van Doorgroeid fonteinkruid te verzamelen op een oppervlak van 30 x 30 cm, waarvan de bodembedekking van tevoren was geschat. Het aantal stengels per m² en de individuele stengellengtes en gewichten (natgewicht, drooggewicht, asvrijdrooggewicht) werden hiervan bepaald. Per stengel is ook het aantal bovengrondse uitlopers en het aantal bladeren bepaald. Hierna is de relatie tussen de biomassa en bedekking gelegd voor de bovengrondse delen van Doorgroeid fonteinkruid.

3.2.5 Schatten van bedekkingen

Het percentage bodembedekking van afzonderlijke soorten werd geschat door per raai in 10 vakken van 10 x 10 m d.m.v. snorkelen. In 2000 werd de helft van de lengte richting van de raaien bekeken. Eenmaal werd de bedekking geschat van alle vakken. In 1999 werd de bedekking van Doorgroeid fonteinkruid vanaf een boot geschat, terwijl dit in 2000 ook snorkelend werd gedaan. Tijdens het snorkelen werd een verticale projectie van de planten op de bodem gemaakt en werden de planten aan het wateroppervlak niet goed meegenomen. Hierdoor is de geschatte bedekking in 2000 lager uitgevallen dan in 1999. Omdat er drie blokken waren met 9 raaien zijn er van elke behandeling minstens 30 replica's. De bedekking in 1999 is geschat in de weken 23, 31 en 37. In 2000 is de bedekking geschat in week 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33 en 35.

3.3 Groeistrategie Doorgroeid fonteinkruid

Aan het begin van het seizoen zijn 19 vierkante plots uitgezet naast gebied B (foto 5). De plots hadden een oppervlak van 50 x 50 cm, waarin een raster zit van 10 x 10 cm. Met behulp van een duiker zijn iedere twee tot vier weken de nieuwe Doorgroeid fonteinkruid planten gemerkt en de lengtes van alle aanwezige Doorgroeid fonteinkruid planten gemeten. Op 7 juli is de helft van het aantal aanwezige planten geknipt op 60 cm boven de bodem, om de groeistrategie van Doorgroeid fonteinkruid te bepalen. Aan het einde van het groeiseizoen zijn de ondergrondse delen verzameld.

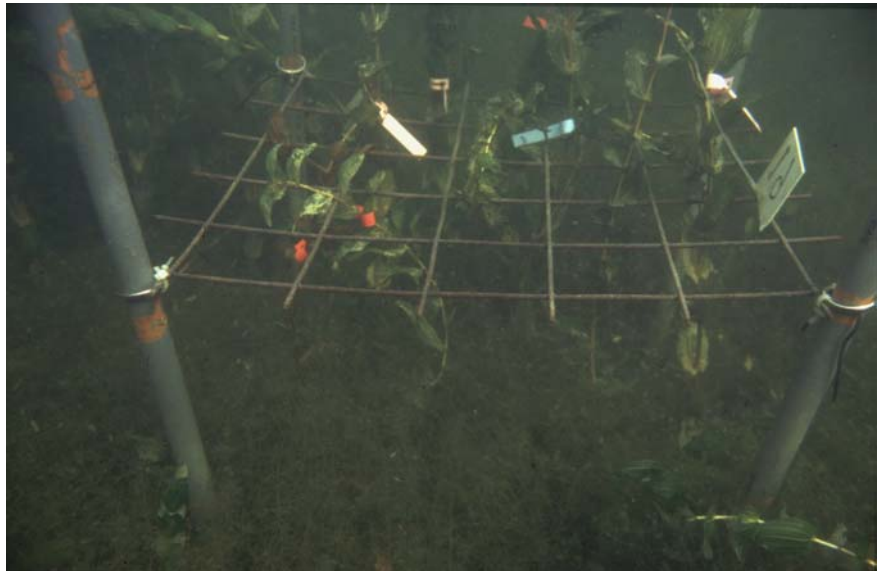


Foto 5. Eén van de achttien plotten met gemerkte Doorgroei fonteinkruid planten (John van Schie).

3.4 Maairoef vak C (maaien van kranwier)

In 1999 is het niet gelukt om op grote schaal het voorgesteld vak te maaien. In 2000 werden op kleine schaal proefvakken aan gelegd waar kranwieren zijn verwijderd met behulp van een hark. Er werden negen vakken uitgezet van 2 x 2 m. Drie vakken werden aan het begin van het seizoen gemaaid met behulp van een hark. Drie vakken werden halverwege het seizoen gemaaid. De laatste drie vakken werden ter controle niet gemaaid. Gedurende het hele seizoen werd de hoogte en de bedekking van de kranwieren bepaald (in weeknummers 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33 en 35).

3.5 Markering vaarroute door kranwierenveld

Om de bevaarbaarheid naar en van de havens van Polsmaten en De Oude Pol te verbeteren heeft Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied een vaarroute naar de kleine havens met palen aangegeven (Maatregel WS7, zie IIVR, 2000). Doordat de boten voortdurend via dezelfde toegangswegen naar de havens te leiden, wordt verwacht dat de kranwieren in de toegangswegen door de watersport zelf laag wordt gehouden en de bevaarbaarheid vanzelf vergroot. Om dit te monitoren werd tweemaal in het seizoen (week 27 en 35) de planthoogte en bedekking binnen en buiten de aangegeven toegangswegen naar de havens bepaald.

3.6 Monitoring waterkwaliteit

Door Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied werd op 12 dagen in 1999 (tot en met augustus) de waterkwaliteit gemeten. Om een vergelijking te maken zijn er monsters genomen in de vaargeul (hier staan geen waterplanten), vlak bij gebied B (effect van maaien op waterkwaliteit) en in een dichte vegetatie van kranwier. De parameters extinctie, chlorofyl-a, silicium, sulfaat, totaal N en P, doorzicht, zwevend stof, en de gloeirest werden bepaald. De fyto- en zoöplanktensamenstelling werd ook bepaald en zijn gerapporteerd in Bijkerk et al. 1999.

3.7 Monitoring watervogels

Door bureau Waardenburg zijn de aantallen en locatie bepaald van de Knobbelzwaan en Meerkoet op 4 datums in de zomer 1999. Om enige vergelijking mogelijk te maken tussen het gemaaide en niet gemaaide deel is alleen het brede deel van het Veluwemeer dieper dan 1.75 als het niet gemaaide gebied beschouwd.

3.8 Knipproef

De knipproef is opgezet om de effecten van maaien onder gecontroleerde omstandigheden op Doorgroeid fonteinkruid en kranswier (*Chara* sp.) te bepalen. Eerst werden in verschillende aquaria wortelstokken, gestratificeerde zaden en gerijpte zaden van Doorgroeid fonteinkruid te kiemen gezet, evenals sediment met oösporen van kranswier. Er zijn verschillende aquaria met Doorgroeid fonteinkruid zaad/wortelstokken ingezet, omdat niet bekend was hoe de kieming verliep.

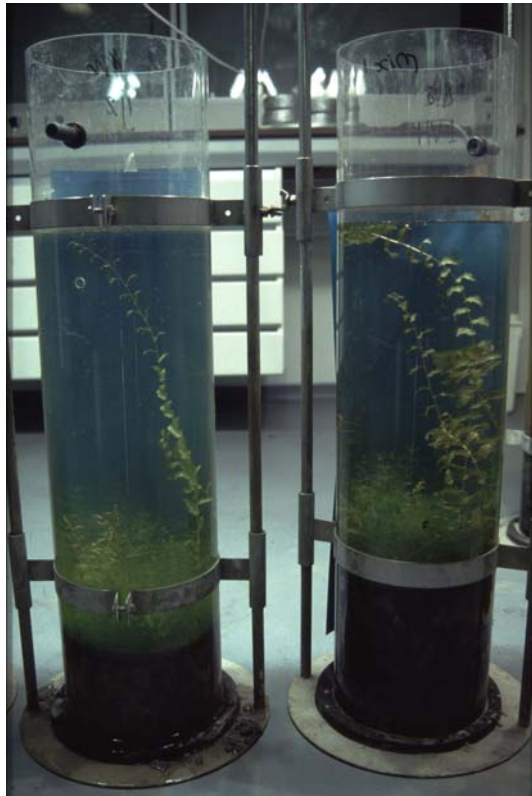


Foto 6. Kweekopstelling van knipproef in het laboratorium (John van Schie).

Na kieming werd gestart met de proef. Tien buizen van elk 90 cm hoog werden in het laboratorium onder 4 daglichtlampen geplaatst (foto 6). In deze buizen werden kiemplanten van enkele cm's lengte in overgeplant. Het totale versgewicht dat werd ingezet werd tussen de soorten en per pot gelijk gehouden. De planten werd na 5 weken van groei geknipt. Er werd gekweekt in Veluwemeerwater bij 20 °C en 14 uur licht. De zuurgraad en alkaliniteit werden elke 2 weken gemeten. De groei werd gevolgd door wekelijkse lengte metingen aan stengels. Aan het einde van het experiment werd de biomassa bepaald.

3.9 Statistische analyse

Om de resultaten goed te kunnen interpreteren is gebruik gemaakt van verschillende statistische technieken. Voor de analyse van maaieffecten in blok B op de bedekkingen en biomassa van soorten is gebruik gemaakt van een variantie-analyse met de drie clusters als co-variabele. Indien nodig zijn variabelen getransformeerd ($\arcsin x^{0.5}$ of $\ln x$) om varianties te homogeniseren. In niet alle gevallen bleek de variatie homogeen verdeeld, waardoor enige reserve genomen moet worden wat betreft de statistische uitspraken.

4 Resultaten

4.1 Bepaling geogste hoeveelheid

De biomassa die tijdens de drie maaidata is geogst, is weergegeven in tabel 3. In week 32 was relatief weinig kranswier geogst. Dit komt overeen met het resultaat dat in week 22 het maaien tot op de bodem niet goed was uitgevoerd (zie figuur 3). In week 39 en week 35 werd een grotere hoeveelheid kranswier dan fonteinkruid geogst. Dit was te wijten aan de hoge bedekking van kranswier (c. 10 maal zo hoog, zie figuur 1), waardoor er bij maaien grote hoeveelheden werden geogst.

Door de aannemer is ook opgave gedaan van de gemaaide hoeveelheid. Voor week 22 was dit in dezelfde orde van grootte (c. 1080 kg) en voor week 29 (c. 12500 kg) is dit niet te vergelijken met onze schatting, omdat de aannemer ook vak A heeft gemaaid. In 2000 werd niet tot op de bodem gemaaid en was de gemaaide biomassa van de Doorgroeid fonteinkruid planten lager dan in 1999. Door het gebruik van de methode met de visnetten werden in de behandeling boven de kranswieren geen kranswieren geogst. De uiteindelijke maaihoogte was wel hoger dan beoogd en kwam op 80 cm in plaats van 60 cm boven het sediment.

Tabel 2. De geogste biomassa (kg natgewicht) op verschillende gemaaide tijdstippen van 6 raaien per datum (0.1 ha per raai) van vak B. In 2000 werd de helft van de raaien gemaaid (0.05 ha), maar in de tabel is hiervoor reeds voor gecorrigeerd om vergelijking mogelijk te maken.

Jaar	Week	Biomassa kranswier	Biomassa Doorgroeid fonteinkruid
1999	22	40	640
1999	29	3925	675
1999	35	1737	710
2000	23	0	104

4.2 Experimenten in 1999

4.2.1 Effect van maaien op bedekking en planthoogte

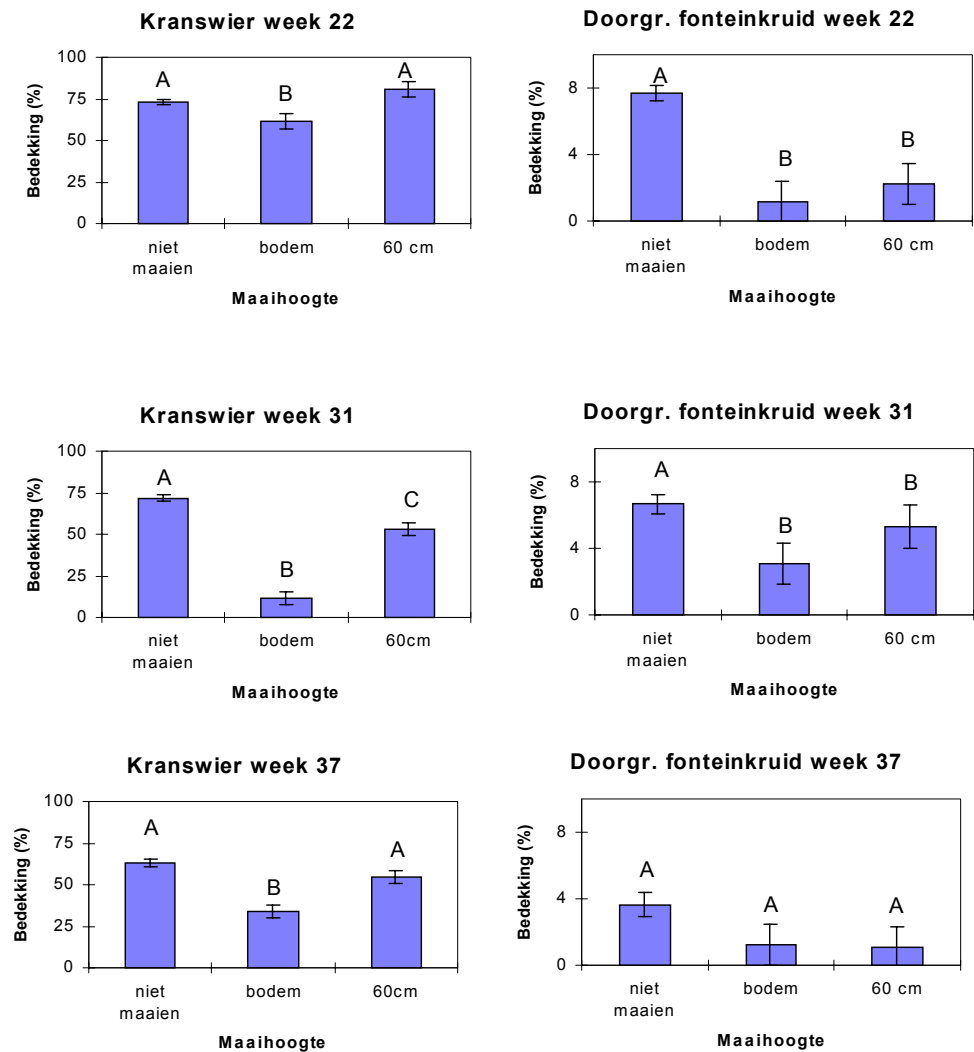
Uit de ANOVA bleek dat de maaibehandeling een sterk significant effect had op de bedekking van Doorgroeid fonteinkruid en kranswier. In een test vooraf bleken echter verschillen te bestaan (alleen voor kranswier) tussen de drie gemaaide blokken ($P < 0.001$). Er bleek geen effect of verloop te zijn over de raaien zelf ($P > 0.05$). Andere ruimtelijke verschillen die voorafgaand van de behandelingen bestonden zijn niet getest. Omdat het blokeffect wel aanwezig was, werd gekozen voor een co-variantieanalyse. De basisresultaten zijn gerapporteerd in Van den Berg, et al. (2000).

Het maaien van de kranswieren in week 22 was maar ten dele gelukt. De kranswieren waren goed buiten schot gebleven in de maai behandeling 60 cm boven het sediment (Figuur 3). Echter de bodembehandeling is slecht uitgevoerd: de bedekking werd slechts gereduceerd van c. 70 naar c. 60 %.

Het effect op Doorgroeid fonteinkruid was veel sterker. De bedekking werd gereduceerd van 8 % naar minder dan 2 %. Er bleek geen verschil te bestaan tussen de 2 verschillende maaihoogtes.

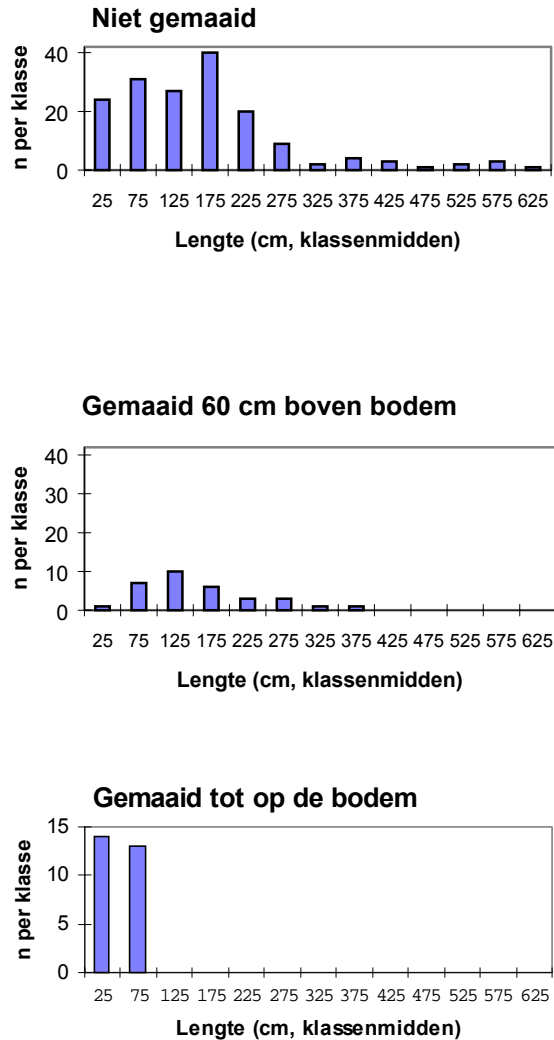
In week 31 zijn de kranswieren in de bodembehandeling wel goed gereduceerd. De bedekking daalde van 70 % naar c. 10 %. Echter ook in de 60 cm bodem maaibehandeling was er een lichte afname van de bedekking van 70 % naar c. 55 %. De reductie van Doorgroeid fonteinkruid was wat minder sterk dan in week 22, maar het patroon was vergelijkbaar.

In week 37 was de vegetatie duidelijk aan het afnemen, ook in de controle vakken. De kranswieren werden bij 60 cm boven de bodem maaien redelijk buiten schot gelaten (geen significant effect, $P > 0.05$). Het effect op Doorgroeid fonteinkruid was kleiner dan in de voorgaande weken, doordat de bedekking (ook in de controle vakken) sterk afnam in deze periode. Na week 31 was nog maar een klein gedeelte van de fonteinkruid planten aan het wateroppervlak te vinden.



Figuur 3. Effect van verschillende maaihoogtes en tijdstippen op de bedekking van Doorgroeid fonteinkruid en kranswier in 1999. Statistische verschillen zijn aangegeven met verschillende symbolen (LSD toets, $P < 0.05$).

In figuur 4 zijn de lengte-frequentieverdelingen weergegeven van individuele Doorgroeid fonteinkruid planten. Uit de resultaten blijkt dat het maaien op de bodem effectief is geweest, omdat alle planten minder dan 125 cm lang waren. Het maaien op 60 cm hoogte heeft een gering effect gehad. De modale klasse van de op 60 cm gemaaide planten is gezakt t.o.v de controle van 175 naar 125. De verdeling is verder vergelijkbaar met de ongemaaide delen.



Figuur 4. Lengte frequentie verdelingen van Doorgroeid fonteinkruid voor en na het maaien op twee verschillende hoogtes eind mei/begin juni 1999.

In week 37 was de vegetatie duidelijk aan het afnemen, ook in de controle-vakken. De kranswieren werden bij 60 cm boven de bodem maaien redelijk buiten schot gelaten (geen significant effect, $P > 0.05$). Het effect op Doorgroeid fonteinkruid was kleiner dan in de voorgaande weken, doordat de bedekking (ook in de controle-vakken) sterk afnam in deze periode. Na week 31 was nog maar een klein gedeelte van de fonteinkruidplanten aan het wateroppervlak te vinden.

In bijlage 3 staan de lengtes van Doorgroeid fonteinkruid stengels uitgezet tegen de gewichten (drooggewicht). De waarden zijn afkomstig van 19 mei en

4 juni 1999 en hele seizoen 2000 van ongemaaide planten. Uit de grafiek blijkt dat bij toename van de lengte van de plant het gewicht groter wordt ($R^2_{\text{adj}}=0.802$). Een meter fonteinkruid weegt ongeveer 1.3 gram.

4.2.2 Effect van maaien op de biomassa van Doorgroeid fonteinkruid

Het bleek niet mogelijk om met de box-core een betrouwbare schatting te maken van de biomassa die bovengronds aanwezig is. Het oppervlak van de box-core is te klein ten opzichte van de hoogte van de planten. De planten worden hierdoor weggeduwd en de biomassa wordt onderschat. In het geval van Doorgroeid fonteinkruid ligt deze onderschatting in de orde van grootte van een factor 10. De resultaten van de box-core zijn wel gebruikt om de ondergrondse biomassa te schatten.

De bovengrondse biomassa is gebaseerd op de bedekking en de relatie van de bedekking met biomassa bepaald in kleine plots die met de hand geoogst werden. Deze relatie was redelijk sterk ($R^2_{\text{adj}} = 0.74$). De bovengrondse biomassa (g DW m^{-2}) kan uit de bedekking (%) worden geschat als:

$$\text{Biomassa} = 24.4 * \text{Bedekking},$$

waarbij alleen bedekkingen tussen 1 en 25% in de regressie zijn opgenomen.

De bovengrondse biomassa was maximaal 180 g m^{-2} . In de gemaaide vakken bedroeg de biomassa circa 42 g m^{-2} (tabel 3). De ondergrondse biomassa was aanzienlijk lager. In de meeste monsters werd zelfs niets aangetroffen, terwijl in sommige monsters behoorlijk veel werd aangetroffen. De variabiliteit is daarom ook groot (zie bijlage 4). Uit de variantie analyse met bedekking als co-variabele bleek toch een effect van het maaien te bestaan bij $P = 0.07$. Gemaaide vakken hadden gemiddeld een lagere biomassa dan niet gemaaide vakken. Op het einde van het seizoen lijkt het effect het sterkst te zijn (tabel 4). De verhouding tussen bovengronds en ondergrondse biomassa is door de grote ruimtelijke variatie behoorlijk groot (niet in tabel). Op basis van de maximum biomassa schattingen is echter wel een indicatie te geven van de wortel/spruit verhouding; deze bedraagt circa 0.035.

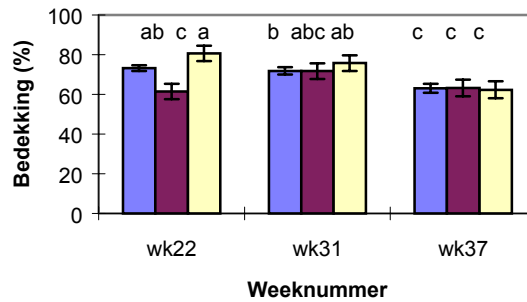
Tabel 3. De bovengrondse en ondergrondse biomassa (\pm SE) van Doorgroeid fonteinkruid ($\text{gram drooggewicht m}^{-2}$) in de gemaaide en ongemaaide raaien. De bovengrondse biomassa is geschat op basis van de bedekking-biomassa relatie.

Periode	Bovengronds		Ondergronds	
	Ongemaaid	Gemaaid	Ongemaaid	Gemaaid
juni	188	42	2.5 \pm 1.4	5.1 \pm 2.6
juli			3.3 \pm 1.7	0.9 \pm 1.8
augustus	159	130	4.2 \pm 2.1	1.4 \pm 1.6
beg. sept.	86	54	2.7 \pm 2.2	1.9 \pm 1.5
eind sept.			6.3 \pm 2.1	0.4 \pm 1.5

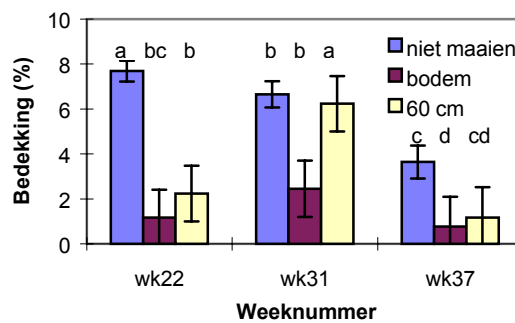
4.2.3 Hergroei van gemaaide planten

De ontwikkeling van de waterplanten startte in 1999 erg vroeg. Doorgroeid fonteinkruid bloeide al volop in mei en de maximum bedekking werd begin juni al bereikt. De hergroei van de planten na week 22 vond dan ook grotendeels plaats in een periode waar niet gemaaide planten ook al afnamen (figuur 3). Dit heeft grote effecten voor de beoordeling van de hergroei.

Hergroei Kranswier



Hergroei Doorgr.fonteinkruid



Figuur 5. De gemiddelde bedekking (\pm SE) van kranswier en Doorgroeid fonteinkruid na het maaien in week 22. Statistische verschillen in een figuur zijn aangegeven met verschillende letters (LSD toets, $P < 0.05$).

De hergroei van in week 22 gemaaide kranswier was niet significant (figuur 5). Hergroei van Doorgroeid fonteinkruid vond alleen plaats in week 31 in de 60 cm boven de bodem gemaaide behandeling. Echter daarna zakten de planten ook in. Bovendien is het onduidelijk of de hergroei werkelijk zo hoog was als ingeschat met de bedekkingen, omdat er slechts een paar uitschieters waren. Doorgroeid fonteinkruid bereikte in ieder geval slechts in geringe mate het wateroppervlak. De planten bedekten dus wel, maar waren of korter of bevonden zich op de bodem.

4.2.4 Monitoring lokale waterkwaliteit

De waterkwaliteit werd in 1999 op drie punten gemonitord in het Veluwemeer namelijk, in de vaargeul, bij vak B en in een dichte vegetatie van kranswier. Voordat er gemaaid werd (week 22 eerste maaibeurt) waren er al lokale verschillen gevonden tussen de drie punten. De waterhelderheid was groter op de locatie waar gemaaid zou worden (vak B) dan op de overige locaties (bijlage 4). Dit werd ook na de maaibeurten waargenomen en was waarschijnlijk plaatsafhankelijk. Ook het chlorofyl-a gehalte was lager op de gemaaide locatie dan in de vaargeul en tussen de kranswervegetatie, zowel voor als na het maaien. Het fosfaat-gehalte was voor de maaibeurt bij vak B lager dan in de andere gebieden. Na de maaibeurt bleef dit gehalte bij vak B lager dan het gehalte in de vaargeul, maar werd iets hoger dan het gehalte op de kranswierlocatie. De overige parameters vertoonde weinig verschillen voor en na het maaien. Uit metingen in proefvak B (bijlage 5) bleek dat er geen

meetbaar verschil was in locale extinctie in het gemaaide gedeelte en in het niet-gemaaide gedeelte.

De fytoplanktensamenstelling op bij het te maaien vak was afwijkend van de vaargeul. In de vaargeul werd de algensamenstelling gedomineerd door Cryptophyceae, vooral groenalgen. In de Doorgroeid fonteinkruid vegetatie was met name het blauwier van het geslacht *Aphanothece* dominant. Dit is een kolonievormende blauwalg in een slijmlaag die karakteristiek is voor voedselarme tot matig voedselrijke omstandigheden. De dichtheid van watervlooien was in het voorjaar (nog voor het maaien) aanmerkelijk hoger (tot 900 l⁻¹) dan in de vaargeul (maximaal c. 100 l⁻¹). Dit gold ook voor het kleinere zooplankton, zoals copepoden en raderdieren. De dichtheid nam echter net als in de vaargeul in juni snel af tot dichtheden van minder dan 10 l⁻¹. Zover te beoordelen zijn er wel verschillen in planktensamenstelling, maar deze zijn eerder te wijten aan reeds bestaande verschillen in habitat dan aan effecten van het verwijderen van vegetatie.

4.2.5 Monitoring watervogels

In de zomer zijn de aantallen vogels zeer laag ten opzichte van de winter. Uit de verspreiding van de vogels (Bureau Waardenburg, 1999) bleek dat de meeste vogels zich in de zomer ophouden in het smalle deel van het Veluwemeer en langs de oevers van de oude landzijde. De aantallen van de dominante watervogels bleken op het open water laag zijn (Tabel 4). Bovendien waren de verschillen tussen het gemaaide en ongemaaide gebied niet groot. Gecorrigeerd voor het oppervlak waren de aantallen in het gemaaide vakken (B+C) zelfs hoger dan in de niet gemaaide gedeeltes.

Tabel 4. Vogelaantallen van Knobbelzwaan (KZ) en Meerkoet (MK) in gemaaide en niet gemaaide gebieden in het Veluwemeer 1999.

Datum	Niet gemaaid (1200 ha > 1,75m)		Gemaaid gebied (circa 20 ha)	
	KZ	MK	KZ	MK
21-5	37	0	0	0
16-6	79	23	6	0
15-7	2	0	0	59
11-8	8	0	0	0
TOTAAL	126	23	6	59

4.3 Knipproef

Doorgroeid fonteinkruid en kranwier zijn beide gekiemd. De kiemkracht van kranwier was goed. De kiemkracht van Doorgroeid fonteinkruid zaden was van koude gestratificeerde zaden (11 dagen bij 5 °C) ook goed. Langere koude stratificatie had een licht negatief effect op de mate van kieming. Het uitlopen van de wortelstokken van Doorgroeid fonteinkruid was echter laag (Tabel 5). Het knippen van de Doorgroeid fonteinkruid planten had tot effect dat de groei van de stengel stopt. De groei van de planten vond plaats aan de top. Ook bleek dat er geen extra zijspuiten worden gevormd onder het gedeelte van de plant dat geknipt was. Nieuwe planten bleven opkomen na het knippen via ondergrondse wortelstokken.

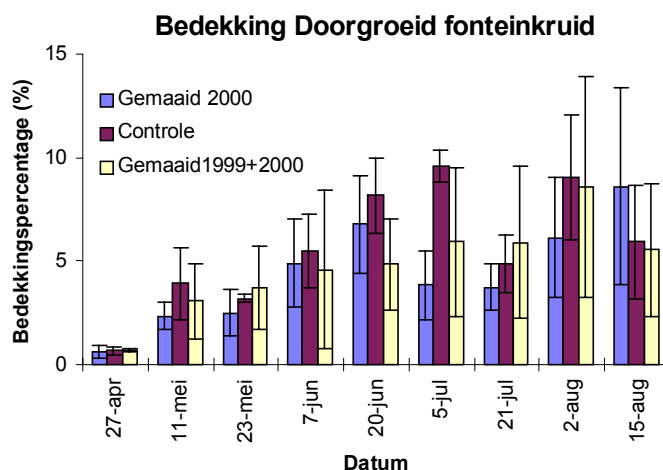
Tabel 5. Het kiemingspercentage van kranswier en Doorgroeid fonteinkruid (- geen kieming, het aantal + geeft de kiemkracht aan).

Soort en behandeling	Kiemingspercentage
DF wortelstokken	-
DF zaad (voorbehandeling 118 dagen bij 5°C)	+
DF zaad (voorbehandeling 11 dagen bij 5°C)	++
Kranswier	+++

4.4 Experimenten 2000

4.4.1 Effect van maaien op de bedekking

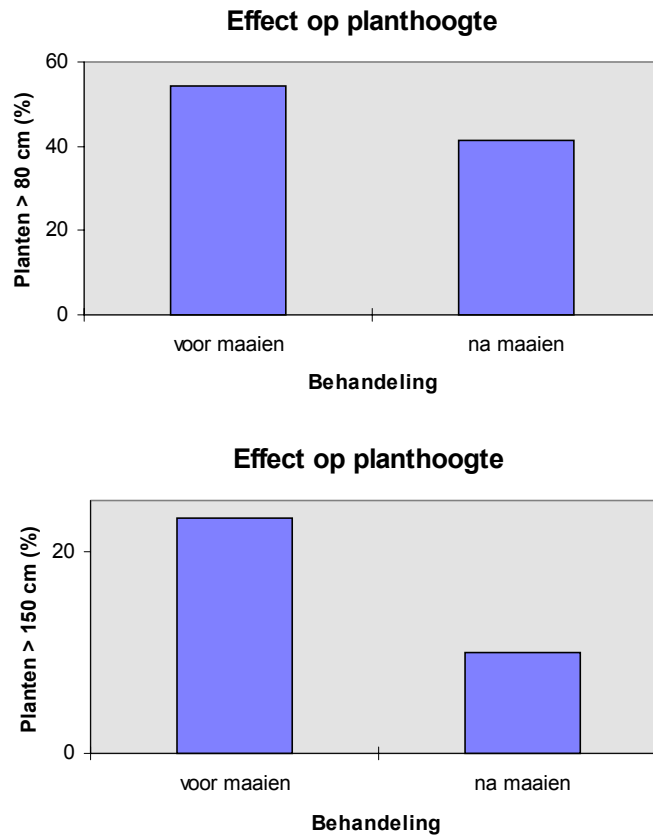
De bedekking van Doorgroeid fonteinkruid werd in 2000 snorkelend geschat in plaats van vanaf de boot zoals in 1999. Doordat de verticale projectie van de bedekking onder water veel beter is toe te passen (lage planten dragen bijna evenveel aan bedekking bij als hoge). Hierdoor werd de bedekking minder sterk gereduceerd dan in 1999 (Figuur 3 en Figuur 6), omdat vooral de lengte van de planten afnam. Het viel ook op dat er grote variatie bestond tussen de verschillende replica's. Met name in het 3^e vak (niet in grafiek) was de bedekking van Doorgroeid fonteinkruid erg laag en bovendien sterk variabel per strook. Een significant effect op de ontwikkeling van planten in het voorjaar van 2000 van maaien in 1999 was daardoor niet snel te zien (Figuur 6).



Figuur 6. De bedekking van Doorgroeid fonteinkruid (\pm SE) gedurende het seizoen 2000. In 2000 is gemaaid op 16 juni.

4.4.2 Effect van maaien op de plantlengte

In figuur 4 zijn de percentages planten weergegeven met een lengte langer dan 80 en 150 cm vlak voor en na het maaien. Uit de resultaten blijkt dat het percentage planten langer dan 80 cm afnam van 53 % naar 40 %. Kennelijk bleven een aantal boven de maaihoogte staan of de planten vlak onder de maaihoogte zijn binnen 4 dagen tijd al weer aangegroeid. Het relatieve effect van het maaien op de plantlengte was sterker. Het aandeel planten langer dan 150 cm werden met meer dan de helft teruggebracht door het maaien.

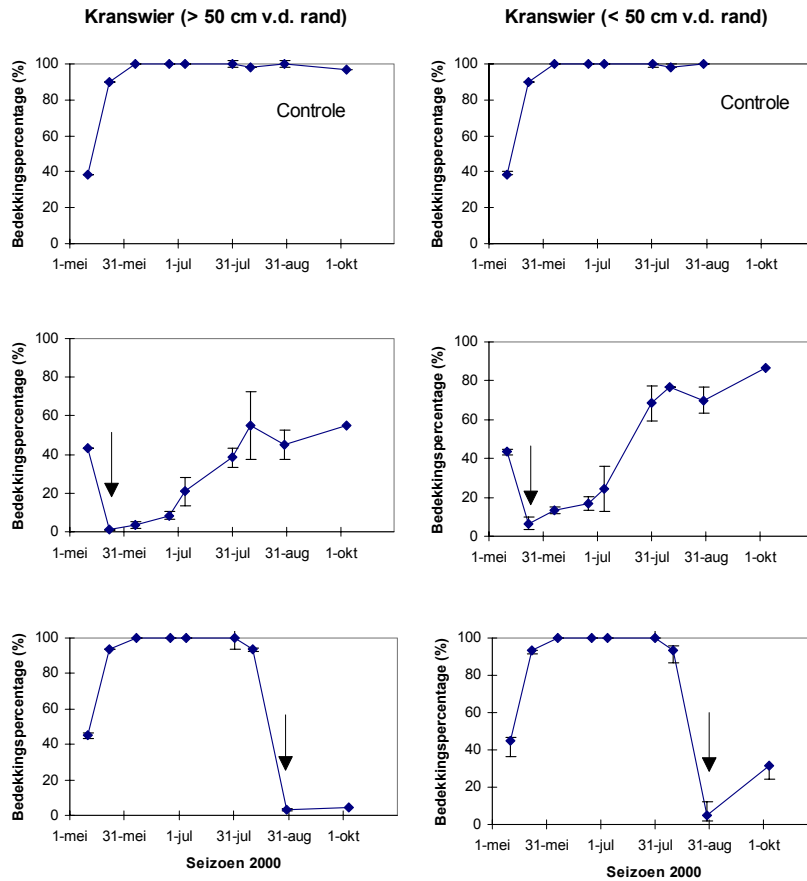


Figuur 7. Effect van maaien op de planthoogte voor en na het maaien in het Veluwemeer 2000.

4.4.3 Effect van aanharken van kranswieren

Het harken van kranswieren met behoud van zaadbank kon effectief worden uitgevoerd. De bedekking in de controle vakken (n=3) bereikte begin juni het maximum van 100 % (figuur 8). Harken in eind mei had de gewenste reductie tot gevolg, waarna de planten zich langzaam herstelde om aan het einde van de zomer weer een bedekking te bereiken van ongeveer 60 %. Op enige afstand van het veld (> 50 cm) verliep de kolonisatie minder snel en was ook de eind bedekking lager dan op de gemaaide plekken dichtbij het veld (50 % verder weg en 80 % voor dichtbij). Opvallend was dat in alle drie de gemaaide vakken Doorgroeid fonteinkruid zich kon ontwikkelen tot een bedekking van 1 tot 5 %, terwijl in de niet gemaaide vakken Doorgroeid fonteinkruid volledig afwezig bleef. Het Doorgroeid fonteinkruid is in geen van de vakken gemaaid.

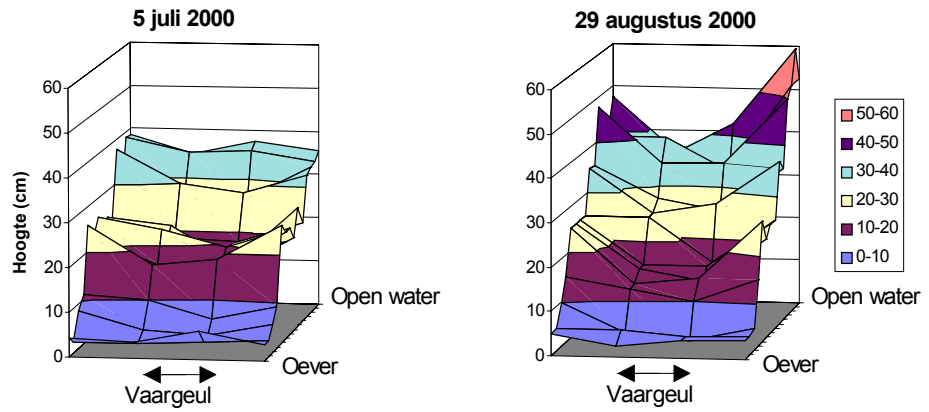
Maaien van waterplanten in het Veluwemeer



Figuur 8. Effect van maaien op verschillende tijdstippen (aangegeven met de zwarte pijl, bovenste grafieken zijn de controle behandeling) en twee verschillende afstanden tot de rand van het bestaande veld op de ontwikkeling van de bedekking (\pm SE) van kranwier in het Veluwemeer 2000.

4.4.4 Markering vaargebied door kranwierenveld

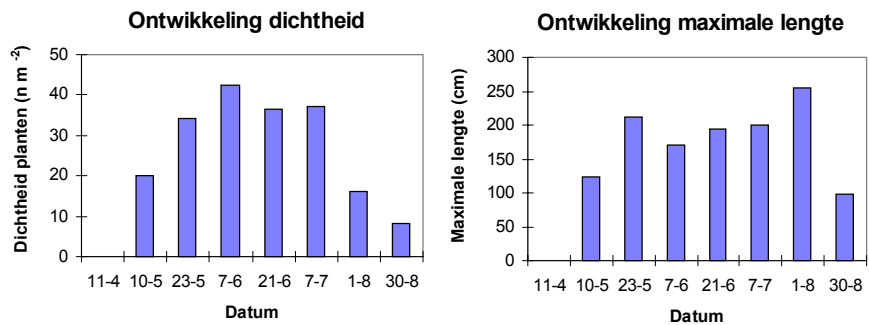
Het markeren van een vaargebied bleek de hoogte van de kranwieren negatief te beïnvloeden (figuur 9). De sterkte van het effect hing af van het tijdstip in het seizoen en de waterdiepte. Vroeg in het seizoen en op de ondiepe delen werd geen of nauwelijks een effect waargenomen (figuur 9, 5 juli). Naarmate het seizoen vorderde (augustus) bleven de kranwieren op het diepere deel van het vaargebied 10 tot 20 cm lager dan buiten het gemarkeerde vaargebied (zie figuur 9). Dat dit verschil is veroorzaakt door het gebruik van de geul door de watersport is vrijwel zeker. In de gemarkeerde geul werden ook lange rechte sporen omgeploegd zand aangetroffen die vooral uit de lucht zeer goed zichtbaar waren.



Figuur 9. Het effect van het markeren van een vaarroute op de hoogte van kranswieren (in cm) ter verbetering van de doorgang van kleine havens aan het oude land van het Veluwemeer. De zwarte peilen geven aan tot waar zich de markering zich bevond.

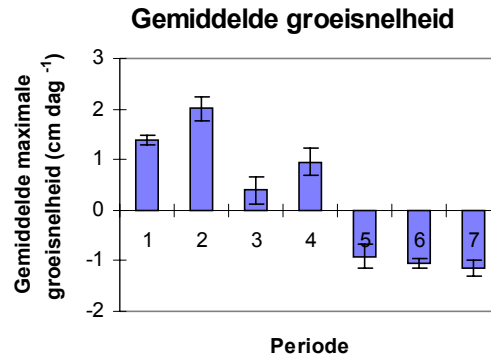
4.4.5 Ontwikkeling van individuele Doorgroeid fonteinkruid planten

De ontwikkeling van Doorgroeid fonteinkruid op de bemonsterde plek in 2000 was vergelijkbaar met 1999. De planten ontwikkelde zich snel in het vroege voorjaar en namen in augustus alweer sterk af. De dichtheid was in 2000 echter wel lager dan in 1999. De ontwikkeling van de dichtheid in 2000 laat zien dat op 7 juni het maximum werd bereikt van bijna 45 planten per m² (Figuur 10). De lengte ontwikkeling liep hiermee gelijk op, hoewel het maximum van de gemiddelde lengte op 1 augustus werd gehaald.



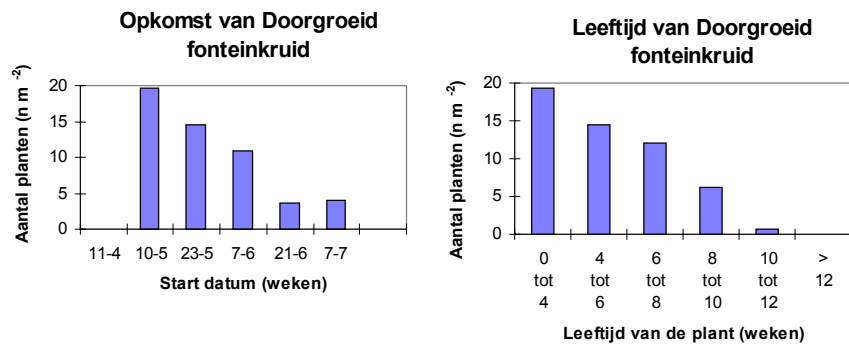
Figuur 10. De ontwikkeling van dichtheid en lengte van Doorgroeid fonteinkruid van 146 individueel gevolgde planten in 11 plotjes van 0.5 x 0.5 m in het Veluwemeer 2000.

De ontwikkeling van de maximale lengte van de planten laat zien dat planten vanaf 23 mei tot en met 1 augustus aan het oppervlak waren (Figuur 10). Observaties in andere delen van het meer (Piereiland) lieten echter zien dat op andere plekken na 1 augustus planten langer aan het wateroppervlak waren. De gemiddelde lengtegroei van de planten kwam overeen met het verloop van de dichtheid van de planten (Figuur 10). Groei van de planten werd waargenomen in de eerste 4 perioden. Na 21 juni trad gemiddeld genomen sterfte van de planten op (figuur 11).

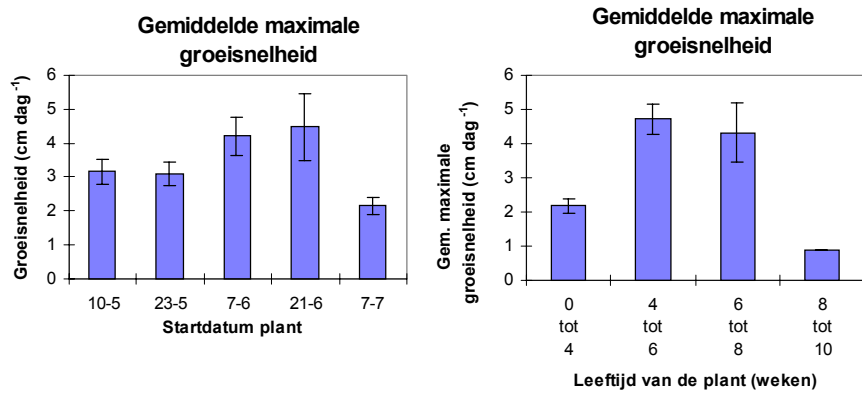


Figuur 11. De gemiddelde groeisnelheid van individuele Doorgroeid fonteinkruid planten. De periodes zijn 2 tot 4 weken lang en verwijzen naar de tussenliggende tijd van de datums in bovenstaande figuur 10.

De waargenomen ontwikkeling in de dichtheid bleek een continue proces van komen en gaan van planten. De meeste planten kwamen op tussen 11 april en 10 mei met een dichtheid van 20 planten per m² (Figuur 12). Tot en met 7 juli werden echter nog nieuwe planten waargenomen met een dichtheid van ongeveer 5 planten per m². Na 7 juli zijn in de plotten geen nieuwe planten meer aangetroffen. Op andere locaties (b.v. nabij piereiland) werden tot en met september wel nieuwe planten aangetroffen. Gedurende het seizoen trad bij de planten in de plotten behoorlijke sterfte op. De meeste planten vertoonden minder dan 6 weken lang positieve groei (Figuur 12). Meer dan de helft van de planten vertoonden hun sterkste groei in de eerste 4 weken van hun leven (niet in figuur). Er zijn maar heel weinig planten (< 2 per m²) die ouder werden dan 10 weken.



Figuur 12. De leeftijd en timing van opkomst van individuele planten van Doorgroeid fonteinkruid in 2000.



Figuur 13. De gemiddelde maximale groeisnelheid van individuele Doorgroei fonteinkruid planten in relatie tot de startdatum van de plant (links) en de leeftijd van de planten (rechts).

De maximale groei van individuele planten bedroeg bij uitschieters tot meer dan 10 cm per dag. De gemiddelde maximale groeisnelheid varieerde tussen 2 en de 5 cm per dag en bleek afhankelijk te zijn van het seizoen en de leeftijd van de planten (Figuur 13). Planten die startten met groeien op 7 juni en 21 juni hadden een hogere maximale groeisnelheid dan planten die vroeger of later startten. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de watertemperatuur en de hoeveelheid instraling van zonlicht. De maximale groeisnelheid werd nog sterker bepaald door de individuele leeftijd van de plant. Individuen van 4 tot 8 weken bereiken een maximale groeisnelheid van bijna 5 cm per dag, terwijl jongere en oudere planten de maximale groeisnelheid van 2 cm per dag of minder bedroeg. De dichtheid van de planten in een plot bleek geen verband te hebben met de individuele groeisnelheid (niet in figuur). Het effect van het afknippen van de planten was helaas niet goed in beeld te brengen, doordat planten op 7 juli werden geknipt. Na deze datum kwamen er geen nieuwe planten meer op en was het effect op de hergroei niet goed in te schatten.

4.5 Verwachte effecten verschillende maaidata: een simpel rekenvoorbeeld

Het verschijnen en het verdwijnen van planten kan als uitgangspunt worden genomen wat er gebeurt als planten worden verwijderd, aannemende dat de planten niet extra snel terug groeien. In tabel 6 is dit met behulp van figuur 12 (verschijnen en verdwijnen van planten) en figuur 10 (actuele dichtheid van planten) voor verschillende maaitijdstippen uitgewerkt. Hierbij is uitgegaan van de dichtheid (en dus niet de lengte) van de plantdichtheid die *maximaal* weer kan verschijnen.

Op 10 mei is de actuele dichtheid van de planten nog relatief laag. Maaien op dit tijdstip levert een reductie op van 20 planten per m² naar 0 planten per m². Na datum 23 mei komen echter nog 32 planten per m² terug. Het verwachte effect van het maaien is dus maar kort en de effectiviteit laag. Op 23 mei is de dichtheid van de planten bijna maximaal. Maaien op dit tijdstip vermindert de overlast met 35 planten per m² naar 0 per m². Het blijkt echter dat na 23 mei toch nog ongeveer 18 planten per m² terug komen. De overlast is dus met eenmaal maaien voor de helft gereduceerd, aannemende dat alle planten het wateroppervlak weer bereiken. Op 7 juni is de dichtheid maximaal. De dichtheid wordt bij maaien op 7 juni teruggebracht van 40 planten per m² naar

0. Na 7 juni komen nog slechts 8 planten per m² terug. De reductie is dan het grootst en de hergroei het laagst.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat de hoogste effectiviteit wordt gehaald bij het maaien op de hoogste dichtheid. Omdat de piek in dichtheid samenvalt met een sterke afname van nieuwe planten is dit moment ook het meest effectief is voor de rest van het seizoen. Als de overlast al vroeg in het seizoen optreedt en besloten wordt tot maaien dan moet worden rekening gehouden met een tweede keer maaien. Met de huidige resultaten is het mogelijk om dit model verder uit te werken met bijvoorbeeld planthoogte, waarmee de beheerder de gewenste dichtheid kan beheersen door op verschillende hoogtes en verschillende tijdstippen te maaien.

Tabel 6. Inschatting van plantdichtheden bij verschillende maaitijdstippen en consequenties voor het aantal keren maaien bij de aanname dat een dichtheid van 8 planten per m² geen overlast oplevert.

Tijdstip	Maaien	Dichtheid voor (n m ⁻²)	Laagste dichtheid direct na (n m ⁻²)	Verwachte max. dichtheid nieuwe planten na verloop van tijd (n m ⁻²)	Effectiviteit	Aantal keren maaien
10 mei	ja	20	0	32	22 %	2
	nee	20	20	41		
23 mei	ja	35	0	18	56 %	1-2
	nee	35	35	41		
7 juni	ja	41	0	8	80 %	1
	nee	41	41	41		

5 Discussie

Methode van maaien

Het maaien op 60 cm boven de bodem heeft een relatief klein effect op de bedekking van kranswieren. Het maaien tot op de bodem is technisch lastig uit te voeren, waardoor pluksgewijs dichte bedekkingen overblijven.

Aandachtspunt is dat bij 60 cm boven de bodem maaien in 1999 ook een significante hoeveelheid kranswier is geoogst. Enerzijds is dit wijten aan het diepte verloop in het meer, waardoor soms dicht bij de bodem wordt gemaaid. Anderzijds is gebleken dat in het diepe gebied (> 150 cm) *Chara globularis* de dominerende kranswiersoort is en wel een lengte van 80 cm kan bereiken (bijlage 5). Daarom wordt geadviseerd alvorens te gaan maaien de actuele kranswierhoogte vast te stellen.

Zowel het maaien met een kraan als maaien met een visnet zijn beide geschikte methodes gebleken. De maaien met een vistuig is echter veel sneller en daardoor vele malen goedkoper dan met een kraan.

Groei van Doorgroeid fonteinkruid en maaiefficiëntie

Het bestuderen van de individuele groei van Doorgroeid fonteinkruid heeft geleid tot een goed inzicht in de groei- en verlies processen van individuele planten. Een stengel wordt daarbij als individu beschouwd. Het blijkt dat planten met een piek in het voorjaar verschijnen, maar toch ook de zomer door redelijke hoeveelheden nieuwe planten blijven vormen (per week c. 5 planten m⁻²). De conclusie die vorig jaar is getrokken dat eenmaal maaien voldoende is, moet nu iets voorzichtiger worden gesteld. Eenmaal maaien is nog steeds wel voldoende om de ergste overlast terug te brengen, maar het is duidelijk dat planten blijven komen. Uit het gepresenteerde model scenario op basis van het komen en gaan van planten is het duidelijk geworden dat de effectiviteit van maaien toe zal nemen bij maaien op een later maaitijdstip (22 % vermindering van dichtheid vroeg in het seizoen oplopend tot 80 % laat in het seizoen). Als heel vroeg wordt gemaaid is het waarschijnlijk dat er een tweede keer gemaaid moet worden. De experimenten van 1999 en 2000 konden het toenemende maai efficiëntie niet bevestigen, omdat in beide jaren relatief laat (later dan 15 juni) en pas na de maximale piek van plant dichtheid gemaaid is. In de praktijk zal vroeg maaien echter niet vaak voorkomen. Intensieve watersport vindt pas plaats na half juni. Het advies blijft dus om zo laat mogelijk te maaien.

Het is nog onduidelijk wat belangrijke seizoensfactoren zijn voor de groei van Doorgroeid fonteinkruid en het blijft dus de vraag of 1999 en 2000 representatief zijn. Hiertoe zou langjarig onderzoek in combinatie met uitgebreide laboratorium experimenten uitgevoerd moeten worden. De oorzaak voor het korte leven van Doorgroeid fonteinkruid stengels is niet duidelijk en er is ook nauwelijks vergelijking mogelijk met andere jaren of gebieden. De storm in mei 2000 heeft echter zeer waarschijnlijk wel tot het afknappen van enkele planten geleid, maar vormt dus niet de gehele verklaring. Mogelijk dat ook de watersport zelf al een significante bijdrage levert aan het vroege afsterven van Doorgroeid fonteinkruid. Het effect van veel vaarbewegingen op een klein oppervlak is bij kranswieren evident. Het is wel duidelijk geworden dat de maximale groeisnelheid vooral wordt bepaald door de leeftijd van de plant en in mindere mate ook door de startdatum door het seizoen. Onder optimale veld condities groeit Doorgroeid fonteinkruid tussen de 10 en 15 cm per dag, iets wat minstens 2 weken wordt volgehouden. Dit betekent dat in minder dan 2 weken tijd de planten van niets

naar het wateroppervlak kunnen groeien. Overlast kan dus acuut ontstaan, wat het lastig maakt om te anticiperen met maaibeheer.

Effecten op de lange termijn konden niet worden vastgesteld. De effecten moeten ook wel erg sterk zijn om aangetoond te worden, omdat de variatie in dichtheden tussen de seizoenen aanzienlijk is. Er bleek dus geen aantoonbaar blijvend effect (zowel voor kranswier als voor fonteinkruid) na 1 jaar maaien op de dichtheid van de vegetatie een jaar later.

Verwijderen van kranswieren op ondiepe delen

Met een hark bleek het goed mogelijk kranswieren volledig te verwijderen. Kranswieren bleken ook in een kleinschalige proef goed te hergroeien. De hergroei van kranswieren hangt af van het seizoen en de afstand tot de rand van het bestaand veld. Al op een afstand van een 0.5 m bereikte de hergroei een lager maximum en was ook minder snel dan de gemaaide plekken vlak langs het bestaande kranswienenveld. De vegetatie was na het maaien nog niet in een seizoen volledig hersteld. Een negatief neveneffect lijkt op te treden, doordat Doorgroei fonteinkruid zich beter lijkt te kunnen ontwikkelen. Uiteindelijk is echter de verwachting dat bij eenmalig maaien de vegetatie toch weer gedomineerd zal worden door kranswieren. Het verdringen van Doorgroei fonteinkruid heeft immers in de natuurlijke successie ook plaatsgevonden. Waarschijnlijk spelen de aanwezige bulbillen en oösporen een belangrijke rol in de snelle terugkeer van de kranswieren.

Markering vaargebied door kranswienenveld

Het markeren van een vaargebied in het kranswienenveld heeft op de diepere delen, waar de planten ook hoger zijn, een negatief effect op de hoogte van 1 a 2 dm. De maatregel is dus met een objectieve beoordeling tenminste ten dele effectief gebleken. Het is voor RIZA onbekend hoe of de gebruikers de oplossing en de werking hebben ervaren.

Geoogste biomassa en effecten op P huishouding

De hoeveelheid kranswier die in de verschillende weken is gemaaid nam in de loop van het seizoen toe. De hoogte van het kranswier nam ook toe, waardoor de hoeveelheid groter werd. De geoogste hoeveelheid Doorgroei fonteinkruid veranderde nauwelijks, doordat de biomassapijk al vroeg in het seizoen werd bereikt. Op basis van de totale hoeveelheid geoogste planten en literatuur waarden kan een grove schatting worden gemaakt van de hoeveelheid nutriënten die aan het Veluwemeer zijn onttrokken. Op basis van de raaien is maximaal 4600 kg vers gewicht per 0.6 ha aan waterplanten onttrokken. Dit komt neer op circa 750 g versgewicht m^{-2} , gelijk aan ongeveer 75 g drooggewicht m^{-2} . De nutriënten gehalten zijn niet bepaald, maar normale gehalten voor waterplanten zijn 1.5 en 0.25 % van het drooggewicht, respectievelijk voor totaal N en P (Jorgensen et al., 1991). De onttrekking per m^2 is dus circa 1 g N en 0.2 g P. Vergeleken met de externe P belasting (circa 1 g P $m^{-2} j^{-1}$; Meijer et al., 1999) bedraagt de onttrekking ongeveer 20%. Echter, vanwege de kleine oppervlaktes die gemaaid zullen / kunnen worden, zal uitgedrukt over het hele meer de invloed marginaal zijn. In 1999 is ongeveer 1 % van de totaal P belasting afgevoerd via het maaisel van de planten (gemaaid oppervlak/totaal oppervlak*100%=0.06 %*20 % P-onttrekking = 1 %).

Effect maaien van waterplanten op de waterhelderheid

De resultaten wijzen er op dat op lokale schaal geen negatieve effecten van het maaien van waterplanten zijn. De effecten op het systeem als geheel zijn echter van groter belang. Uit vele studies (inclusief in de Randmeren) blijkt een sterke relatie tussen kranswieren en waterhelderheid. Verandert er iets aan de helderheid (of hiermee gerelateerde factoren) dan verandert de bedekking van de watervegetatie. Om de risico's van vegetatie-verwijdering in te schatten is het van belang om te weten dat andersom deze relatie ook geldt (Van den Berg, 1999; Meijer et al., 1999). Het verwijderen van waterplanten heeft een

negatief effect op de waterhelderheid. Er zijn echter wel verschillen te verwachten tussen soorten waterplanten. Vanwege verschillende oorzaken zijn kranswieren efficiënter dan fonteinkruiden in het helder houden van het water (Zant et al., 1999). Vanwege het grote belang van kranswieren wordt geadviseerd kranswieren in ieder geval niet verder te reduceren dan een inwendig bedekkingspercentage van 30 % van het meer (Meijer et al., 1999; Zant et al., 1999). In de praktijk komt dit neer op minstens 60 tot 70 % van het meer met kranswierenbedekking (Zant et al., 1999; Van den Berg, 1999; Meijer et al., 1999). Alleen in het Veluwemeer wordt dit bedekkingspercentage bereikt.

In Meijer et al. (1999) is met een stochastisch model berekend wat de effecten zijn van kranswieren op de kansverdeling van het doorzicht. Hieruit is gebleken dat een afname van 1% van het inwendig bedekt areaal (bij inwendige bedekkingen tussen 20 en 30%) van kranswieren de mediaan kans op doorzicht met circa 3 cm verslechtert. Het verwijderen van fonteinkruiden heeft naar verwachting een kleiner effect op de helderheid. Doordat ook fonteinkruiden een positief effect hebben op de waterhelderheid wordt geadviseerd om alleen fonteinkruiden te verwijderen op plaatsen waar al een kranswierbegroeiing aanwezig is. De kans dat maaien op deze manier de waterhelderheid vermindert, wordt verwaarloosbaar geacht.

Effect maaien van Doorgroeid fonteinkruid op herbivore watervogels

Er zijn geen negatieve effecten van het maaien van Doorgroeid fonteinkruid waargenomen op de meest voorkomende vogelsoorten (Knobbelzwaan en Meerkoet) in de zomer. De meeste vogels hielden zich op langs de oude landzijde en in het smalle deel van het Veluwemeer boven de kranswievelden. In het diepere deel lijken de zomervogels niet in grote getale gebruik te maken van plaatsen waar het Doorgroeid fonteinkruid groeit (aantallen tussen 0 en 0.1 % van het maximum aantal vogels in het Veluwemeer). Het is onwaarschijnlijk dat het maaien van Doorgroeid fonteinkruid in het diepe deel een negatief effect heeft op de aantallen van Knobbelzwaan en Meerkoet in de zomer.

In de herfst en de winter is het Veluwemeer een zeer belangrijk foerageergebied voor tienduizenden watervogels. Uit onderzoek is gebleken dat vooral de kranswervegetatie een belangrijke voedselbron vormt voor herbivore watervogels (Van der Winden et al., 1997; Noordhuis, 1997; Noordhuis et al., 1997). De bovengrondse delen van Doorgroeid fonteinkruid zijn in september al verdwenen en kunnen dus niet worden gebruikt als voedselbron (Van der Winden et al., 1997). Ondergrondse delen (ook wel wortelstokken genoemd bij Doorgroeid fonteinkruid) kunnen echter wel gebruikt worden. Van de Kleine zwaan is aangetoond dat wortelstokken inderdaad als voedselbron gebruikt wordt (Van der Winden et al., 1997). Het maaien van fonteinkruid op diepere delen heeft echter zeer waarschijnlijk geen consequenties voor watervogels, omdat het fonteinkruid op 1 m en dieper niet bereikbaar is. Dus ook voor de vogelaantallen in de winter is het niet te verwachten dat het verwijderen van Doorgroeid fonteinkruid op delen dieper dan 1 meter direct effect heeft op de voedselbeschikbaarheid voor herbivore watervogels.

Effect maaien van kranswieren op herbivore watervogels

Het maaien van kranswieren heeft wel effect op de watervogelaantallen. De plaats, de diepte, het tijdstip van maaien en de waterstand zijn daarbij van cruciaal van belang. Heel grof gezegd komt 1 ha vermindering van het uitwendige kranswieren oppervlak overeen met een verlies van 50 watervogels (Noordhuis, mond. mededeling). Het zou in dit rapport te ver voeren om potentiële effecten van vegetatie verwijdering precies in kaart te brengen. Momenteel wordt er gewerkt aan een model voor het IJsselmeergebied om voorspellingen te doen over watervogeldagen op basis van beheersingrepen in het ecosysteem zoals vegetatie verwijdering, verdiepingen enz. Hoewel 1999 slechts op kleine schaal kranswieren zijn verwijderd (circa 0.6 ha) zal dit in 2000 nog minder zijn (enkele vierkante meters). Geadviseerd wordt geen grotere oppervlakten te maaien dan voorgesteld in 2000 om eerst af te wachten hoe de interpretatie van de Europese kaderrichtlijn ter bescherming van belangrijke watervogelgebieden uitpakt.

Reacties van recreanten maaien gebied A in week 35, 1999

Gebied A is in week 35 gemaaid. De reacties van de recreanten waren positief. Doordat een boot gedurende twee weken aan het maaien was werd er zichtbaar aan de problemen gewerkt. De overlast was tijdens het toeristenseizoen minder dan in 1998 voor de recreanten. Doordat het Doorgroeid fonteinkruid door het warme voorjaar al vroeg rond zijn top was. Hierna begonnen de planten 'weg te zakken' '(waargenomen in week 29) waardoor de overlast minder werd. Het "wegzakken" van Doorgroeid fonteinkruid in de loop van juli-augustus is een verschijnsel dat nog niet eerder zo vroeg in het seizoen in het Veluwemeer was waargenomen. Mogelijk hangt dit samen met de snelle ontwikkeling in het voorjaar.

6 Belangrijke conclusies

Van jaar tot jaar vertoont het areaal van Doorgroeid fonteinkruid een sterk wisselend beeld. Dit heeft te maken met de sterk dynamische karakter van de soort op lokale schaal. Slechts 40 % van de planten keert terug op een plek waar een voorgaand jaar ook planten groeiden. Ondanks deze hoge lokale dynamiek heeft Doorgroeid fonteinkruid een duidelijk te omschrijven habitat met voorkeur voor relatief helder en diep water.

Maaien tot op de bodem is technisch moeilijk, maar is vanuit het oogpunt waterkwaliteit ook minder wenselijk. Maaien van alleen Doorgroeid fonteinkruid in een ondergroei van kranswieren is mogelijk, mits secuur uitgevoerd. Uit kostenoverweging heeft de vismethode daarbij de voorkeur boven mechanische verwijdering met een maaikorf op een kraan.

De bedekking van Doorgroeid fonteinkruid kan sterk worden gereduceerd. Afgemaaide planten groeien niet terug. Hergroei treedt op via ondergrondse uitlopers. Het aantal nieuwe uitlopers neemt in juni echter sterk af.

Individuele planten van Doorgroeid fonteinkruid hebben een gemiddelde maximale groeisnelheid van 5 cm per dag die hangt af van de startdatum van het seizoen en de leeftijd van de planten. Sommige planten bereiken zelfs groeisnelheden tussen de 10 en 15 cm per dag. Problemen met bevaarbaarheid kunnen zich met name in de voorzomer dus vrij plotseling voordoen en maakt anticiperen vooraf moeilijk.

Op basis van de kennis over de individuele groei van Doorgroeid fonteinkruid moet het moment van maaien uit efficiëntie overwegingen zo lang mogelijk te worden uitgesteld. Als de watersport in het voorjaar (mei) overlast ondervindt en die door RDIJ door maaien wordt bestreden, is een tweede keer maaien in juni of juli nodig. Een derde keer maaien is gezien de lengte van het groei- en het watersport seizoen nooit nodig. Omdat het vanwege de watersport in geen van de jaren vroeg werd gemaaid, was het niet mogelijk deze resultaten te toetsen.

De ondergrondse biomassa van Doorgroeid fonteinkruid in gemaaide gebieden is lager dan in ongemaaide gebieden (significant bij $P=0.07$). In het jaar daarna konden echter geen effecten van de maaibeurt in 1999 aangetoond worden. Gezien de natuurlijke jaar tot jaar variatie van Doorgroeid fonteinkruid, waarbij slechts 40 % van de planten op ongeveer dezelfde plek terugkomt, had dit effect ook erg sterk moeten zijn om te kunnen waarnemen.

Het maaien van kranswieren is op kleine schaal mogelijk gebleken en al bij eenmaal behoorlijk effectief, maar vanuit oogpunt van waterkwaliteit en natuurwaarden niet toepasbaar op grote schaal. De proeven laten zien dat herkolonisatie al bij een afstand groter dan een halve meter van het bestaande veld afneemt. Binnen een jaar zijn de kranswieren instaat om 60 % van de bodem weer te bedekken. Voor het volgend jaar wordt weer een bedekking van 100 % verwacht.

Er is geen aantoonbaar negatief effect van maaien op de waterhelderheid op lokale schaal. Voor de stabiliteit van het heldere water van het hele meer wordt het advies uit de stabiliteitsstudie overgenomen. Hieruit bleek dat tenminste 60

Maaien van waterplanten in het Veluwemeer

% van het oppervlak van het Veluwemeer bedekt moet zijn met kranswieren (komt overeen met c. 30 % inwendige bedekking).

Er is geen effect te verwachten van vegetatie verwijdering op de zomerpopulatie watervogels. Van verwijdering van Doorgroeid fonteinkruid op delen dieper dan 1 meter is ook geen effect te verwachten voor de overwinterende watervogels.

Verwijdering van kranswieren heeft ook op beperkte schaal wel effecten op de waterkwaliteit van het meer als geheel en de aanwezigheid van watervogels. Grofweg komt een daling van 1 ha *inwendige* bedekking overeen met een afname van circa 100 overwinterende watervogels en circa 3 centimeter zomerdoorzicht (op basis van mediaan kans en in het gebied tussen 20 en 30 % inwendige bedekking).

Het markeren van een vaargebied door het kranswienenveld naar de havens blijkt de hoogte van de kranswieren later in de zomer op de diepere delen te reduceren met ongeveer 20 cm te wijten aan de watersporters die gebruik maakten van de geul. Het markeren van een vaarroute is functioneel.

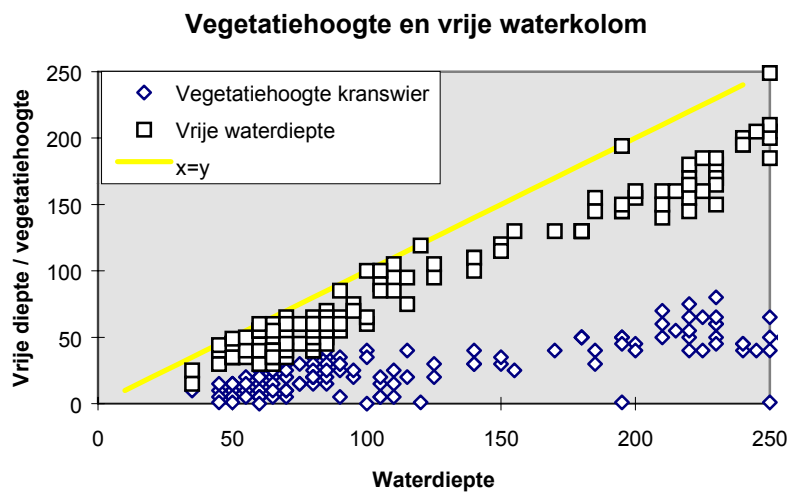
7 Referenties

- Berg, M.S. Van den & H. Coops, (1998) *Kranswieren: waardevol voor waterbeheer*. RIZA rapport 98.030, Lelystad.
- Berg, M.S. Van den, (1999) *Charophyte colonization in shallow lakes*. Proefschrift Vrije Universiteit Amsterdam, 138 pp.
- Berg, M.S. van den, M. Kolen & H. Coops, 2000. Maaien van waterplanten in het Veluwemeer. Onderzoek naar methoden en effecten, Eindrapport 1999, RIZA werkdocument 2000.016x.
- Bijkerk, R., A.L. De Haan, & M.E. Vastenburg, (1999) *Planktonanalyse maaiproeven Veluwemeer 1999*. Koeman & Bijkerk rapport 99-49.
- Jorgensen, S. E., S.N. Nielsen, & L.A. Jorgensen, (1991) *Handbook of Ecological parameters and ecotoxicology*, Elsevier, Amsterdam, 1263 pp.
- Meijer, M.L., R. Portielje, R. Noordhuis, W. Joosse, M.S. van den Berg, B. Ibelings, E. Lammens, H. Coops, & D. van der Molen, (1999) *Stabiliteit van de Veluwerandmeren*, RIZA rapport 99.054.
- Nes, E. H. Van, M.S. van den Berg, J. Clayton, H. Coops, M. Scheffer & E. Van Ierland (1999) A simple model for evaluating the costs and benefits of aquatic macrophytes. *Hydrobiologia* 415: 335-339.
- Noordhuis, R. (1997) *Watersysteemrapportage Randmeren. Biologische monitoring zoete rijkswateren*. RIZA Rapport nr. 95.003, Lelystad.
- Noordhuis, R., M. Roomen, R. Zollinger, J. Tempel, & W. Bouw. (1997) *Watervogels in de Randmeren in historisch perspectief*. De Levende Natuur 98: 25-33.
- Postema, J. & B.J. De Witte, (1999) *Evaluatie van de karteringsmethodiek van waterplanten in het IJsselmeergebied 1987-1998*. RDIJ-rapport 99-4.
- Rutten, M., M.S. van den Berg, & R. Noordhuis, *Verspreiding en eigenschappen van kranswieren in het Veluwemeer*. RIZA werkdocument, in prep.
- Winden, J. Van der, M. Poot, M.S. van den Berg, T. Boudewijn & S. Dirksen, (1997) *Kranswieren: voedsel voor grote aantallen watervogels*. De Levende Natuur 98: 34-41.
- Zant, F.M., R. Bijkerk, M.S. van den Berg, & H. Coops, (1999) *Beheersing van waterplanten in de Veluwerandmeren, literatuurstudie naar methode en effecten*. RIZA werkdocument 99.077.

BIJLAGE 1

Planthoogte en vrije waterkolom in het Veluwemeer 1999

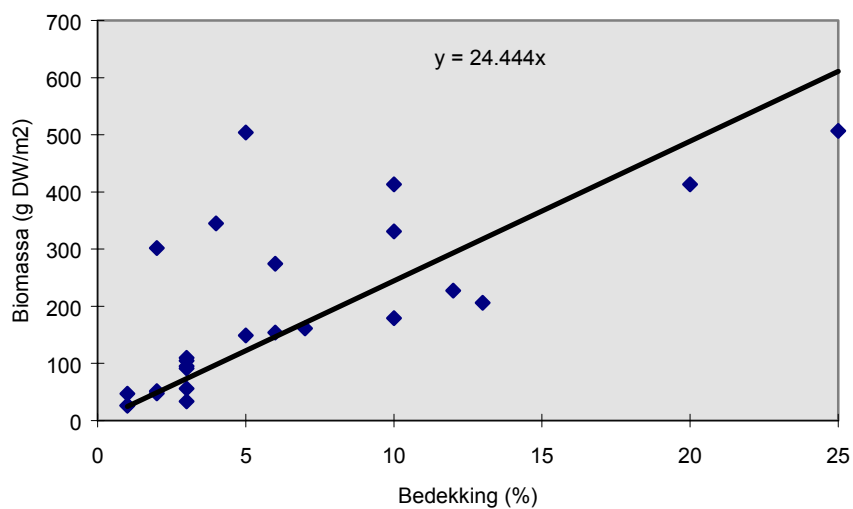
Planthoogte en vrije waterkolom in het Veluwemeer 1999.



BIJLAGE 2

Relatie tussen drooggewicht en
biomassa van Doorgroeid
fonteinkruid in de maaiproeven in
het Veluwemeer 1999.

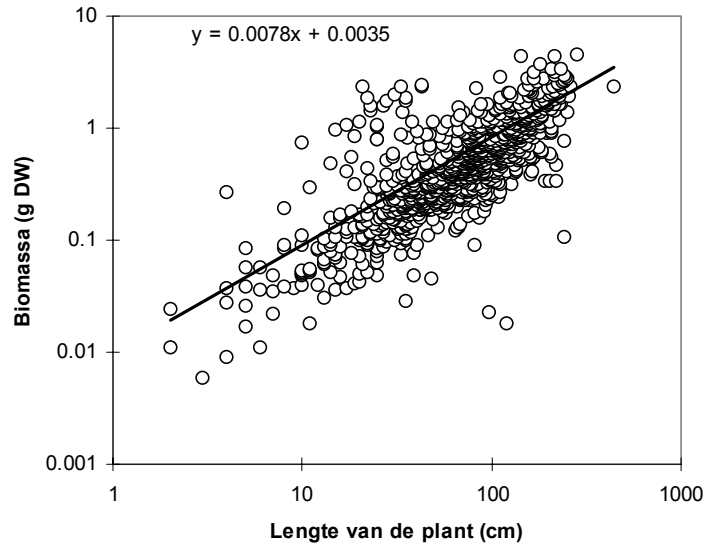
Relatie tussen drooggewicht en biomassa van Doorgroeid fonteinkruid in de
maaiproeven in het Veluwemeer 1999.



BIJLAGE 3

Relatie tussen lengte en biomassa
van Doorgroeid fonteinkruid

Relatie tussen lengte en biomassa van Doorgroeid fonteinkruid (lengte in cm;
drooggewicht in g), n=1004.

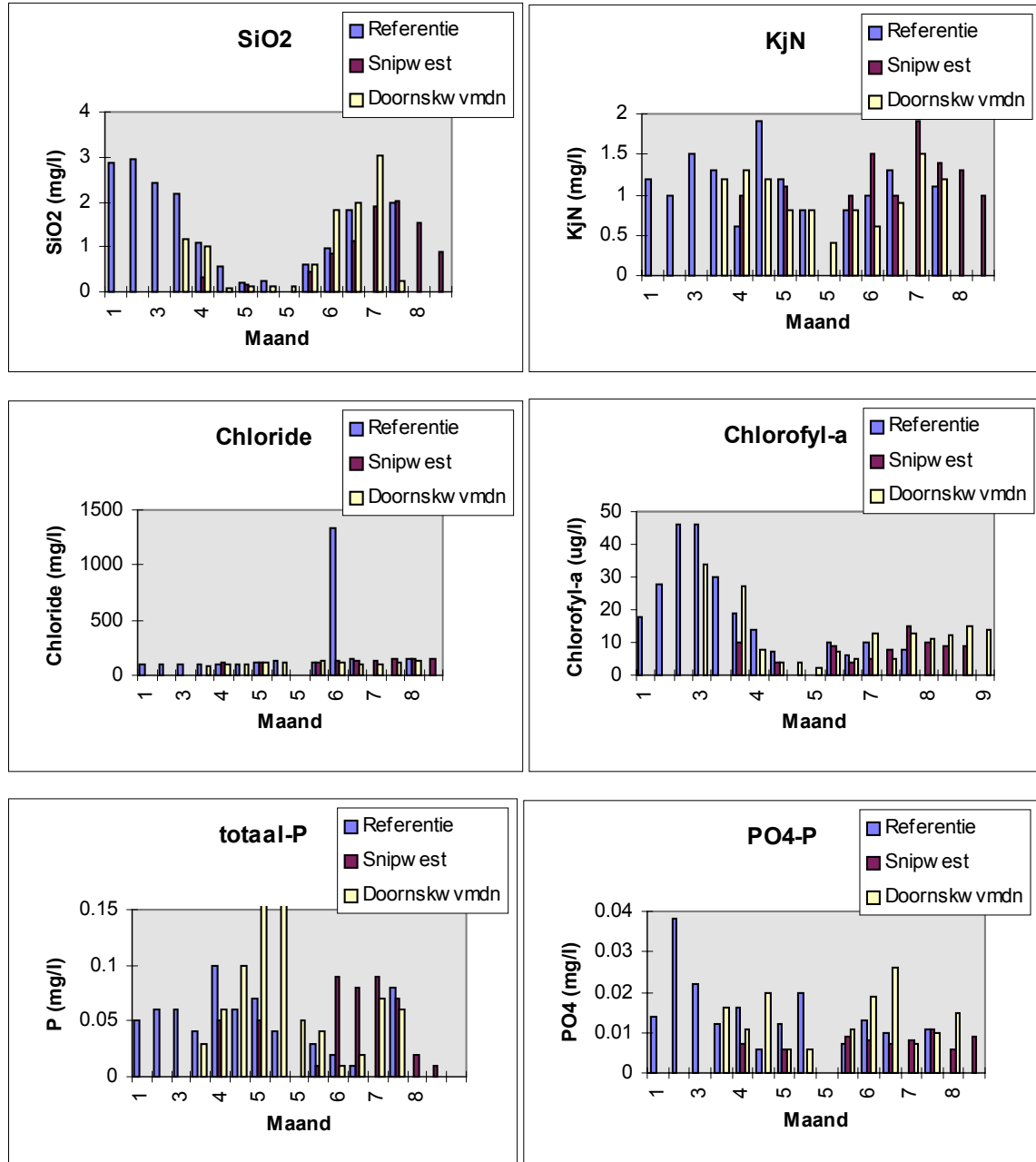


BIJLAGE 4

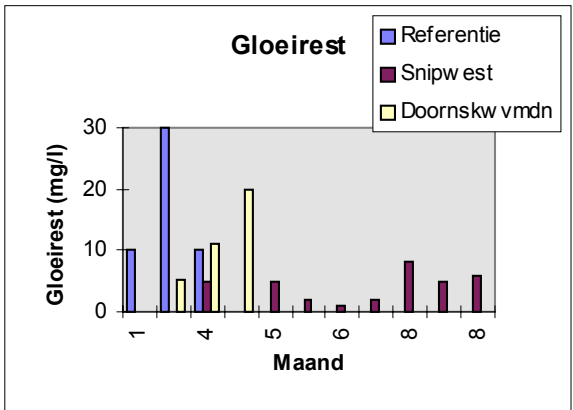
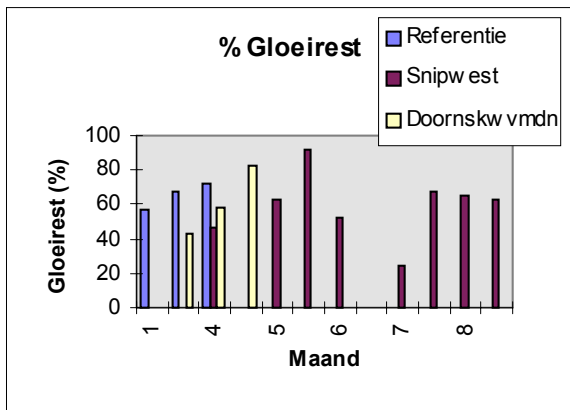
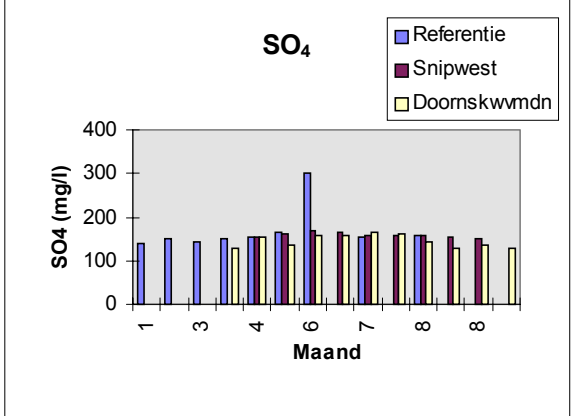
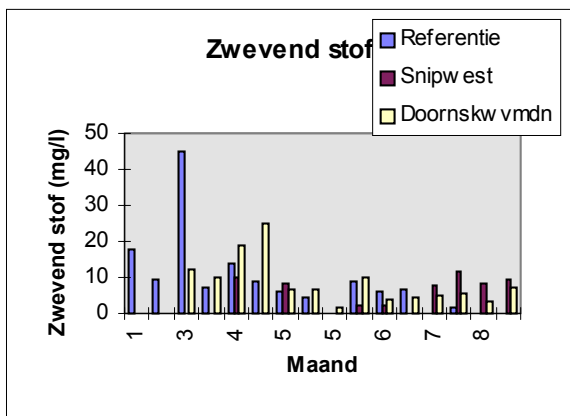
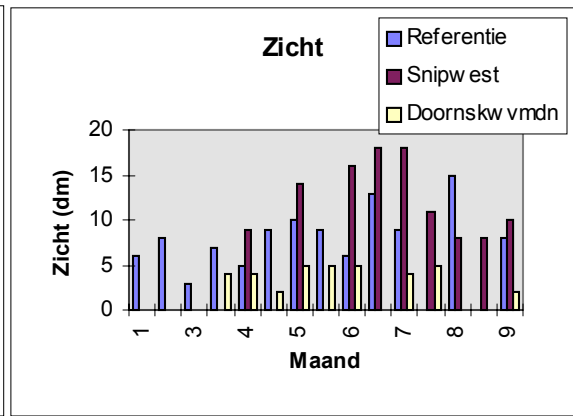
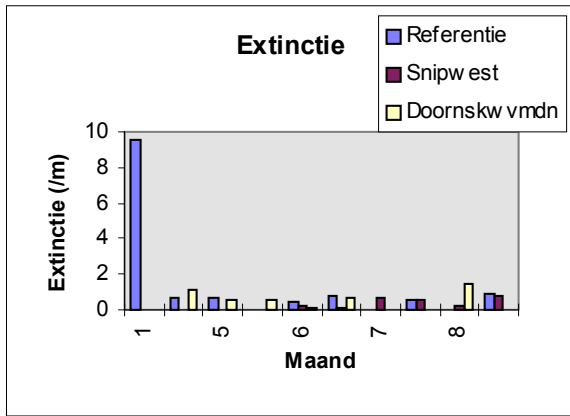
Resultaten waterkwaliteitsmetingen

Resultaten waterkwaliteitsmetingen

De resultaten van de waterkwaliteitsbemonsteringen van Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied in het Veluwemeer; in de vaargeul (referentie), vlakbij proefvak B (Snipwest) en in een dichte vegetatie van kranwier (Doornskw vmdn) en de resultaten van een extinctiemeting op 18 augustus 1999 in het Veluwemeer in het gemaaide (tot op de bodem) en niet gemaaide gebied.



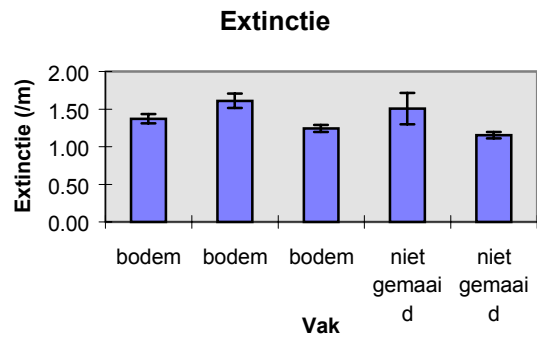
Maaien van waterplanten in het Veluwemeer



BIJLAGE 5

Resultaten extinctiemeting

Resultaten van een extinctiemeting op 18 augustus 1999 in het niet gemaaide gebied en het tot de bodem gemaaide gebied met de S.E.



BIJLAGE 6

Biomassa die per maaibeurt per
soort van de verschillende raaien is
afgekomen

De biomassa die per maaibeurt (week 22, 29 en 35) van de verschillende raaien is afgekomen, onderverdeeld in de taxa kranwier, Doorgroeid fonteinkruid en Aarvederkruid. De biomassa staat weergegeven in kg drooggewicht per raai.

kranwieren

Vak	Week 22		Week 29		Week 35	
	gem	SE	gem	SE	gem	SE
1 bodem	0.1	0.1	151.0	32.4	6.2	1.8
2 bodem	0.2	0.2	45.2	6.3	33.7	1.6
3 bodem	3.3	2.7	27.6	10.1	2.2	1.2
1 60 cm	0.0	0.0	24.3	12.0	82.3	4.8
2 60 cm	0.1	0.0	139.6	17.0	8.4	1.6
3 60 cm	0.0	0.0	4.9	3.3	41.0	4.4

Doorgroeid fonteinkruid

Vak	Week 22		Week 29		Week 35	
	gem	SE	gem	SE	gem	SE
1 bodem	5.7	0.6	6.1	1.0	0.5	0.2
2 bodem	9.8	3.0	11.1	2.2	1.3	0.8
3 bodem	13.0	3.3	11.9	2.7	0.1	0.1
1 60 cm	10.4	0.8	20.1	10.1	0.2	0.1
2 60 cm	9.8	1.5	14.5	8.0	4.4	1.3
3 60 cm	15.3	1.4	3.8	1.1	0.5	0.3

Aarvederkruid

Vak	Week 22		Week 29	
	gem	SE	gem	SE
1 bodem	0.3	0.1	0.0	0.0
2 bodem	0.5	0.4	0.7	0.5
3 bodem	0.5	0.2	2.6	1.7
1 60 cm	0.1	0.1	0.4	0.3
2 60 cm	0.2	0.2	0.0	0.0
3 60 cm	0.3	0.1	3.1	0.7

BIJLAGE 7

De coördinaten van vak A en vak B

.....

De coördinaten van vak A en B.

Vak A		Vak B	
177092	491103	177187	491143
177148	490829	177588	491224
176560	490711	177647	490930
176504	490985	177246	490849
177092	491103	177187	491143

BIJLAGE 8

Schematische opstelling proeflocatie B

Maaiproef Veluwemeer, schematische opzet B

Behandelingen 1999:

*3 maaihoogtes:
 M1-vlak boven *Chara* (sediment + 0,6 meter)
 M2-sediment niveau
 M3-controle, niet maaien

*3 maaitijdstippen:
 T1-week 22
 T2-week 29
 T3-week 35

*3 replica series

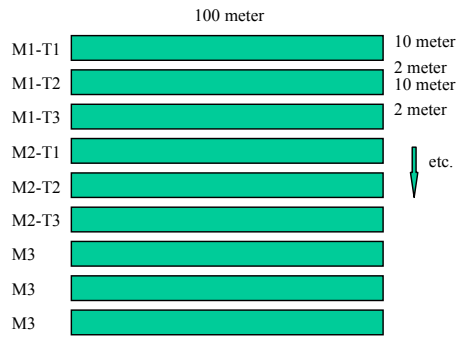
Behandelingen 2000:

*In 2000 is de helft van de vakken is gemaaid van de vakken die in 1999: in week 29 vlak boven *Chara* zijn gemaaid en vakken die in 1999 niet zijn gemaaid.

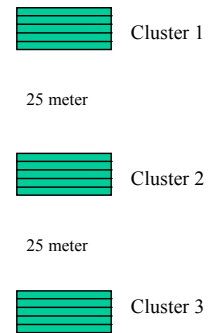
*2 maaihoogtes:
 M1-vlak boven *Chara* (sediment + 0,6 meter)
 M3-controle, niet maaien
 *1 maaitijdstip
 T1- week 24

*3 replica series

Overzicht kleine proefvlakken (1 cluster):



Totaal Overzicht maaiproef A:



Maaien van waterplanten in het Veluwemeer

Foto voorzijde: M. Rutten