



Maaien van waterplanten in het Veluwemeer

Onderzoek naar methoden en effecten



Werkdocument: 2000.016X

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

RIZA

Lelystad, 8 februari 2000

Maaien van waterplanten in het Veluwemeer

Onderzoek naar methoden en effecten

Werkdocument: 2000.016X

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

RIZA

Lelystad, 8 februari 2000

Voorwoord

In opdracht van Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied is 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 Matthijs Rutten en John van Schie bedanken voor hun inzet tijdens het veldwerk.

Samenvatting

In dit rapport zijn de resultaten weergegeven van de maaiproeven die in 1999 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 was mogelijk, mits secuur uitgevoerd. De bedekking van Doorgroeid fonteinkruid kan sterk worden gereduceerd en de planten groeien slechts in beperkte mate of niet 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 mogen daarom ook nog positieve effecten van het maaien in 1999 verwacht worden.

Het rapport geeft 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 hoofdstuk vijf (conclusies).

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1	Inleiding	9
2	Materiaal en methoden	11
	2.1 Maaiproef vak A	11
	2.2 Maaiproef vak B	13
	2.2.1 Indeling raaien	13
	2.2.2 Methode van maaien	13
	2.2.3 Bepaling geoogste hoeveelheid	15
	2.2.4 Metingen biomassa	15
	2.2.5 Schatten van bedekkingen	15
	2.3 Maaiproef vak C (maaieren van Kranswier)	16
	2.4 Monitoring waterkwaliteit	16
	2.5 Monitoring watervogels	16
	2.6 Knipproef	16
	2.7 Statistische analyse	17
3	Resultaten	19
	3.1 Bepaling geoogste hoeveelheid	19
	3.2 Effect van maaieren op bedekking	19
	3.3 Effect van maaieren op de plantlengte	21
	3.4 Effect van maaieren op de biomassa van Doorgroeid fonteinkruid	22
	3.5 Hergroei van gemaaide planten	22
	3.6 Monitoring locale waterkwaliteit	23
	3.7 Monitoring watervogels	24
	3.8 Kieming knipproef	24
4	Discussie	25
5	Belangrijke conclusies	29
6	Referenties	31
	Bijlagen	33
1	ANOVA-tabel: Test van het effect van de verschillende clusters op de bedekking van Kranswier en Doorgroeid fonteinkruid	33
2	ANOVA: Effect maaieren op bedekking ttKW	41
3	ANOVA: Effect maaieren op bedekking InDF	43
4	ANCOVA: Effect maaieren op ondergrondse biomassa Doorgroeid fonteinkruid met bedekking voor het maaieren als co-variabele	45

Maaien van waterplanten in het Veluwemeer

5	Planthoogte en vrije waterkolom in het Veluwemeer 1999	47
6	Relatie tussen drooggewicht en biomassa van Doorgroeid fonteinkruid in de maaiproeven in het Veluwemeer 1999	49
7	Relatie tussen lengte en biomassa van Doorgroeid fonteinkruid	51
8	Resultaten waterkwaliteitsmetingen	53
9	Resultaten extinctiemeting	55
10	Biomassa die per maaibeurt, per soort van de verschillende raaien is afgekomen	57
11	Coördinaten vak A en vak B	59
12	Memo Meinde Spoelder	61

1 Inleiding

Ondergedoken waterplanten zijn voor het waterbeheer een belangrijke doelvariabele. Ze zijn van cruciale betekenis voor de ecologische doelstellingen omdat er grote natuurwaarden verbonden zijn aan waterplantenrijk ondiep water. Ook zijn ondergedoken waterplanten van belang voor waterkwaliteitsdoelstellingen, omdat het voorkomen ervan duidt op stabiel en helder water (Van den Berg & Coops, 1999). In het gehele IJsselmeergebied is een trend zichtbaar waarbij waterplanten toenemen (Postema & De Witte, 1999), als gevolg van de 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 waterplanten, doordat ze 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. Om deze reden is onderzoek naar beheersing van de waterplantengroei nodig.

In de Veluwerandmeren zijn de ontwikkelingen dusdanig, dat de roep om maatregelen tegen de waterplantenoverlast groot is. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied (RDIJ) heeft derhalve 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 maaiboot op verschillende hoogtes gemaaid. De afgemaaide delen zijn met een boot afgevoerd. 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. 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). Tijdens dit onderzoek is naar een evenwicht gezocht naar zoveel mogelijk vegetatie zonder onaanvaardbare overlast voor recreanten. Theoretisch gezien kan dat compromis bestaan, maar het is mogelijk dat een compromis een slechte oplossing is (Van Nes et al., 1999). De zoektocht naar en de effecten en de mogelijkheden van een compromis kan worden vertaald in een aantal onderzoeksvragen.

- A) Op welk tijdstip in het seizoen kan het best gemaaid worden?
- B) Op welke hoogte (t.o.v. de bodem) kan het beste gemaaid worden?
- C) Hoe reageren Kranswier (*Chara* spp.) en Doorgroeid fonteinkruid op het maaien?

Met het onderzoek naar het maaien van waterplanten in het Veluwemeer wil men bovenstaande onderzoeksvragen (A, B en C) beantwoorden. Om een verantwoord vegetatiebeheer voor de toekomst te ontwikkelen is een goede evaluatie en voldoende ondersteunend onderzoek gedurende een periode van enkele jaren noodzakelijk.

Deze rapportage over het maaien van waterplanten in het Veluwemeer is gemaakt om een overzicht te geven van de gevonden resultaten van de maaiproeven in 1999. Aangegeven wordt waar de maaiproeven plaats hebben gevonden en welke methoden zijn gebruikt. Ook wordt aangegeven hoeveel er

Maaien van waterplanten in het Veluwemeer

gemaaid is, wat de effecten zijn van het maaien op de bodembedekking en de hergroei van de waterplanten, of de lokale waterkwaliteit vermindert en of watervogels worden bedreigd door de maaiproeven. Op basis van de beschreven resultaten en literatuur worden in de discussie de mogelijkheden van maaibeheer in het Veluwemeer beschreven.

2 Materiaal en methoden

In 1999 was het in eerste instantie de bedoeling om op drie locaties in het Veluwemeer maaiproeven uit te voeren. Een gebied waar alleen fonteinkruiden werden gemaaid (vak A, kaart 1), een gebied waar alleen Kranswieren werden gemaaid (vak C) en een gebied waar experimentele raaien werden aangelegd om het effect van verschillende maaihoogtes te onderzoeken (vak B). Het kranwierengebied werd uiteindelijk niet gemaaid, vanwege problemen door uitgestrekte gebieden ondiep water.

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

Doorgroeid fonteinkruid veroorzaakt overlast doordat motoren en kielen van boten erin vastlopen (foto 1). Het doel van het maaien van dit vak is in de eerste plaats het vrijhouden van waterplanten die naar het wateroppervlak groeien om op kleine schaal te testen of de overlast voor recreatie verminderd kan worden. In tabel 1 zijn de maaihoogtes en het tijdstip aangegeven. De methode van maaien is beschreven in 2.2.2. De ligging is aangegeven op kaart 1 en was gebaseerd op de plaatsen waar dichte bedekkingen van Doorgroeid fonteinkruid in 1998 voorkwamen. Voor het grootste deel van het vak was er een ondergroei van kranswieren aanwezig. De diepte in het vak is circa 2 meter. Het gebied is verder niet gemonitord en wordt verder niet meer besproken.

Tabel 1. De verschillende tijdstippen van maaien en maaihoogtes van de vakken A en B in het Veluwemeer, 1999. De coördinaten van vak A en B staan weergegeven in bijlage 11.

Variabele	Gebied A	Gebied B
<i>Tijdstip maaien:</i>		
week 22	-	+
week 29	+	+
week 35	-	+
<i>Maaioogte:</i>		
bodem	-	+
60 cm boven bodem	+	+
controle	-	+

Maaien van waterplanten in het Veluwemeer

Fonteinkruident in het Veluwemeer 1998

- 0 - 5% bedekking
- 5 - 50% bedekking
- 50 - 100% bedekking

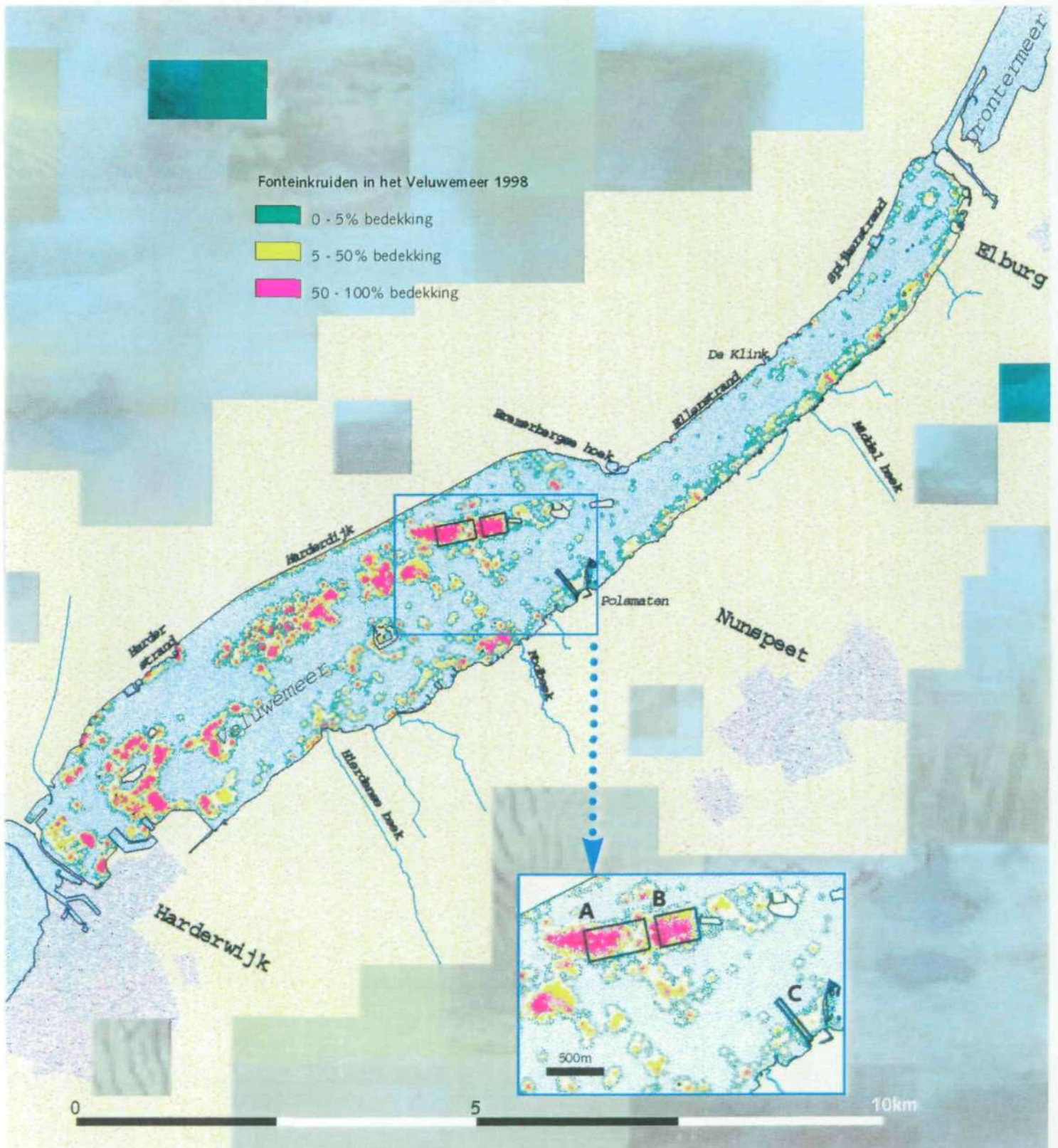




Foto 1. Een schroef van een buitenboordmotor vol met Doorgroeid fonteinkruid.

2.2 Maaiproef vak B

2.2.1 Indeling raaien

Naast vak A zijn proefstroken gelegd (vak B) waar op kleine schaal verschillende behandelingen worden uitgevoerd om de effecten van het verschil in maaihogte en tijdstip te bepalen op Doorgroeid fonteinkruid en Kranswier. Tevens werd onderzocht of boven de Kranswieren gemaaid kon worden en of er in de toekomst veranderingen in de vegetatie als gevolg van het selectief maaien te verwachten zijn. De ligging van gebied B is op kaart 1 aangegeven. De diepte varieert van 1,60 tot 2,20 m. 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 zijn 10 meter breed. Er lagen negen raaien naast elkaar in een cluster. Er waren drie clusters. Tussen de raaien is een afstand van ongeveer 2 meter, tussen de clusters lag een afstand van 25 meter. Er is op drie tijdstippen gemaaid op drie verschillende hoogtes met een maaiboot (tabel 1).

2.2.2 Methode van maaien

Er is gemaaid met een zelfvarende bak die voorzien is van spudpalen. Op deze bak stond een hydraulische kraan met een lange arm die voorzien is van een maaikorf (foto 2 en 3). De maaikorf was voorzien van een hoogte indicator welke op de vooraf gepeilde diepte werd ingesteld (foto 4). Hierdoor kon de machinist nauwkeurig de maaihogte bepalen. Er zijn twee rekken op de maaikorf gezet om te voorkomen dat gemaaide delen van het fonteinkruid afdreef (bijlage 12).



Foto 2. De maaiboot.



Foto 3. Het maaien van waterplanten in het Veluwemeer.



Foto 4. De maaikorf met hoogte-indicator.

2.2.3 Bepaling geogste hoeveelheid

De biomassa is bepaald aan de hand van monsters uit het gemaaid materiaal. Deze monsters werden op de maaiboot gestoken. Per raai zijn 5 monsters van 15x15 cm uitgestoken. De totale biomassa werd berekend door het totale oppervlak van de gemaaid biomassa uitgespreid in de maaiboot hieraan te relateren. Vervolgens werd de hoeveelheid teruggerekend naar de biomassa per raai. Biomassa werd bepaald als drooggewicht na drogen bij 105 °C. De aannemer heeft na het maaien ook een opgave gegeven van de gemaaid versgewicht biomassa.

2.2.4 Metingen biomassa

Om de ondergrondse biomassa te bepalen is de box-core (20x30 cm) gebruikt. Deze monsters zijn genomen met hulp van de meetdienst van RDIJ. 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 ten eerste het schatten van de bedekking in 10 vakken van elke raai op verschillende data, (zie 2.2.5) en ten tweede door de relatie tussen bedekking en biomassa te bepalen. Dit laatste werd gedaan door planten van Doorgroeid fonteinkruid te verzamelen op een oppervlak van 30x30 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.

2.2.5 Schatten van bedekkingen

Het percentage bodembedekking van de afzonderlijke soorten werd snorkelend per raai geschat in 10 vakken van 10x10 m. De bedekking van Doorgroeid fonteinkruid werd echter vanaf de boot geschat. Er zijn van elke behandeling minstens 30 replica's omdat er drie blokken waren met elk 9 raaien. De bedekking is geschat na het maaien (week 22, 29 en 35) in de weken 22, 31 en 37.

2.3 Maaiproef vak C (maaien van Kranswier)

De bedoeling was om als proef ook Kranswieren te maaien op zeer ondiepe gedeeltes. Dit is echter vanwege technische problemen niet uitgevoerd. In 2000 wordt een nieuwe proef uitgevoerd die de effecten moet beschrijven van het verwijderen van Kranswieren op klein schaal in ondiepe watergedeelten.

2.4 Monitoring waterkwaliteit

Door Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied is op 12 data 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), vlakbij gebied B (effect van maaien op waterkwaliteit) en in een dichte vegetatie van Kranswier. Er is gekeken naar de parameters extinctie, chlorofyl-a, silicium, sulfaat, totaal N en P, doorzicht, zwevend stof, en de gloeirest. De fyto- en zoöplanktonsamenstelling is ook bepaald en zijn gerapporteerd in Bijkerk et al. (1999). Omdat de resultaten van fyto- en zoöplankton op de punten buiten de te maaien vakken nog niet bekend zijn, was nog geen vergelijking mogelijk. In het eindrapport van volgend jaar zal hier op worden ingegaan. De parameter extinctie is in augustus 1999 gemeten in de gemaaide en de niet gemaaide vakken om de lokale verschillen te bekijken.

2.5 Monitoring watervogels

Door bureau Waardenburg zijn de aantallen en plaatsen bepaald waar de Knobbelzwaan en Meerkoet zaten op 4 data in de zomer van 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 m als het niet gemaaide gebied beschouwd.

2.6 Knipproef

De knipproef is opgezet om de hergroeisnelheid onder gecontroleerde omstandigheden in verschillende levensfasen van Doorgroeid fonteinkruid en Kranswier (*Chara* sp.) te bepalen. Ook wordt gekeken wat de limiterende factoren zijn voor de hergroeisnelheid. Kranswier werd opgekweekt uit oösporen en bulbillen uit het sediment. Van Doorgroeid fonteinkruid werden zaden verschillend behandeld: de eerste behandeling was gedurende 118 dagen bij 5°C bewaard, de tweede behandeling was gedurende 107 dagen bij kamertemperatuur en 11 dagen bij 5°C bewaard) en de derde behandeling was het inzetten van wortelstokken (gedurende 100 dagen bij 5°C). De knipproef wordt in de eerste maanden van 2000 uitgevoerd. Er zijn tien buizen neergezet van elk 90 cm hoog in het laboratorium onder 4 daglichtlampen. Hier worden de kiemplanten in overgeplant (tabel 2). Er wordt gewerkt met ongeveer eenzelfde biomassa Doorgroeid fonteinkruid en Kranswier. De planten worden op drie data geknipt afhankelijk van de groeisnelheid. De groeiomstandigheden zijn: Veluwemeerwater, 20°C, 14 uur licht en 10 uur nacht. De zuurgraad en alkaliniteit worden elke 2 weken gemeten. Er wordt gekweekt in een groot volume ten opzichte van hoeveelheid planten, behalve voor de mix-cultuur. De groei wordt gevolgd door wekelijkse metingen aan de plant. De knipproef wordt twee keer uitgevoerd.

Tabel 2. Globaal overzicht behandelingen knipproef 1999/2000. Mono= monocultuur, KW= Kranswier en DF=Doorgroeid fonteinkruid.

Behandeling	Aantal planten per pot		Knipdatum
	Doorgroeid fonteinkruid	Kranswier	
monoDF	1	0	1
monoKW	0	10	1
mix	10	100	1
monoDF	1	0	2
monoKW	0	10	2
mix	10	100	2
monoDF	1	0	3
monoKW	0	10	3
mix	10	100	3
blanco	10	100	geen

2.7 Statistische analyse

Om de resultaten goed te kunnen interpreteren is gebruik gemaakt van verschillende statistische technieken. Voor de analyse van maaieffecten in vak B op de bedekking van de soorten is gebruik gemaakt van een variantie-analyse (ANOVA). Indien nodig zijn variabele getransformeerd ($\arcsin x^{0.5}$ of $\ln x$) om varianties te homogeniseren. In niet alle gevallen bleek de variantie homogeen verdeeld, waardoor enige reserve genomen moet worden wat betreft de statistische uitspraken. Ook is in een ANOVA getoetst hoe groot de verschillen waren tussen de drie clusters. Dit is uitgevoerd op niet getransformeerde variabelen. Om de effecten van het maaien te analyseren op de ondergrondse biomassa is gebruikt gemaakt van een co-variantie analyse (ANCOVA). De gemiddelde bedekking van een zijde van een helft van een raai voor het maaien is als co-variabele voor de ondergrondse biomassa gebruikt.

3 Resultaten

3.1 Bepaling geogste hoeveelheid

De biomassa die tijdens de drie maaidata is geogst is in tabel 3 weergegeven. In week 22 is relatief weinig Kranswier geogst. Dit komt overeen met het feit dat in week 22 het maaien tot op de bodem niet goed is uitgevoerd (zie figuur 1). In week 29 en week 35 is een grotere hoeveelheid Kranswier gemaaid, zelfs groter dan fonteinkruid. Dit is te wijten aan de hoge bedekking van Kranswier (circa 10 maal zo hoog, zie figuur 1), waardoor er bij maaien grote hoeveelheden worden geogst.

Door de aannemer is ook opgave gedaan van de gemaaide hoeveelheid. Voor week 22 is dit in dezelfde orde van grootte (circa 1080 kg) en voor week 29 (circa 12500 kg) is dit niet te vergelijken met onze schatting, omdat de aannemer ook vak A heeft gemaaid.

Tabel 3. De geogste biomassa (kg natgewicht) op verschillende gemaaide tijdstippen van 6 raaien per datum (0.1 ha per raai) van vak B. In bijlage 10 staat de geogste biomassa per raai aangegeven in drooggewicht.

Datum	Biomassa Kranswier	Biomassa Doorgroeid fonteinkruid
week 22	40	600
week 29	4000	700
week 35	2000	700

3.2 Effect van maaien op bedekking

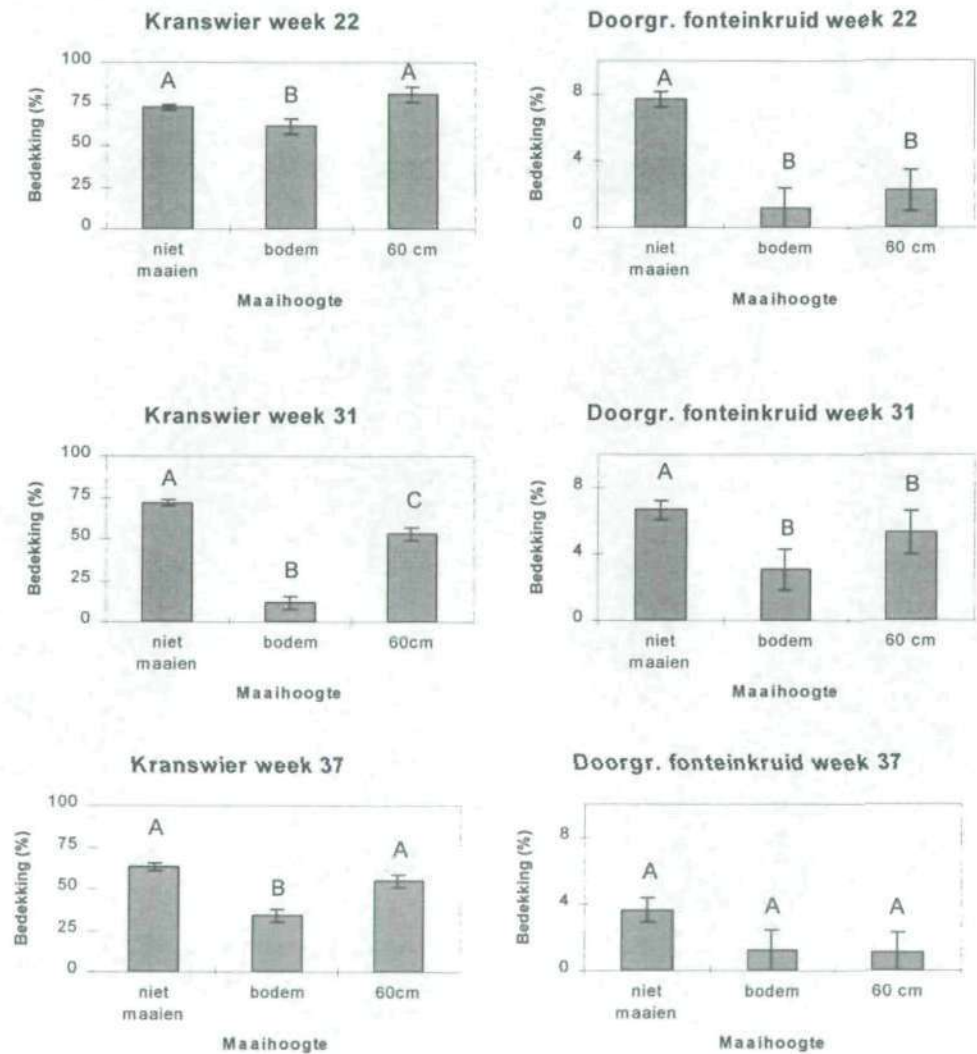
Uit de variantie-analyse (ANOVA, bijlage 1) bleek dat de maaibehandeling een sterk significant effect had op de bedekking van Doorgroeid fonteinkruid en Kranswier. In een test vooraf bleek alleen voor de bedekking van Kranswier verschil te bestaan tussen de drie clusters van raaien ($P=0.017$, verklaarde variantie minder dan 1%). Het verschil tussen de clusters en eventueel andere ruimtelijke verschillen die voorafgaand van de behandelingen bestonden zijn niet meegenomen in de analyse. Dit laatste omdat in de tijd slechts drie maal de bedekking geschat is. Bij introductie van een onafhankelijke co-variabele zouden dan maar twee te vergelijken data overblijven.

In bijlagen 2 en 3 zijn de resultaten van de ANOVA weergegeven voor respectievelijk getransformeerde bedekking van Kranswier en getransformeerde bedekking van Doorgroeid fonteinkruid. Voor beide soorten is de door het maaien verklaarde variatie niet groot, 39 % voor Kranswier en 22 % voor Doorgroeid fonteinkruid. Dit betekent dat ondanks de toch behoorlijke invloed van het maaien op de gemiddelde bedekking er toch ook andere grote bronnen van variatie zijn.

Het maaien van de Kranswieren in week 22 is maar ten dele gelukt. De Kranswieren zijn goed buiten schot gebleven in de maai-behandeling 60 cm boven het sediment. Echter de bodembehandeling is slecht uitgevoerd: de bedekking werd slechts gereduceerd van circa 70% naar circa 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 circa 10%. Echter ook in de 60 cm maaibehandeling was er een lichte afname van de bedekking van 70 % naar circa 55 %. De reductie van Doorgroeid fonteinkruid was 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 fonteinkruidplanten aan het wateroppervlak te vinden.

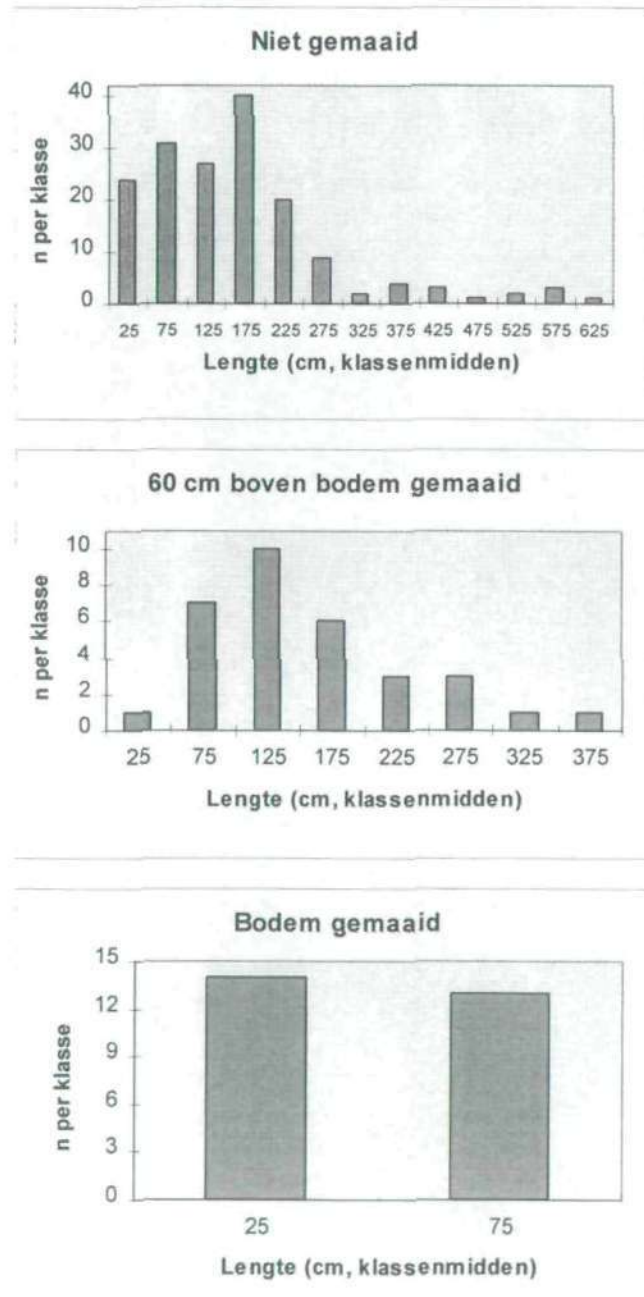


Figuur 1. Effect van verschillende maaihogtes en tijdstippen op de gemiddelde bedekking (\pm SE) van Doorgroeid fonteinkruid en Kranswier. Statistische verschillen in een figuur zijn aangegeven met verschillende letters (LSD toets, $P < 0.05$). De bedekking is geschat in week 22, 31 en 37, er is gemaaid in week 22, 29 en 35.

3.3 Effect van maaien op de plantlengte

In figuur 2 zijn de lengte-frequentieverdelingen weergegeven van Doorgroeid fonteinkruid. Uit de resultaten blijkt dat het maaien op de bodem effectief is geweest, de meeste planten zijn tot 25 cm lang. Het maaien op 60 cm hoogte heeft een gering effect gehad. De modale klasse van de op 60 cm gemaaide planten is gezakt ten opzichte van de controle van 1,75 naar 1,25 m. De verdeling is verder vergelijkbaar met de ongemaaide delen.

In bijlage 7 staan de lengtes van Doorgroeid fonteinkruid stengels uitgezet tegen de gewichten (drooggewicht). De waarden zijn afkomstig van 19 mei en 4 juni, zonder dat er gemaaid was. Uit de grafiek blijkt dat bij toename van de lengte van de plant het gewicht groter wordt ($R^2_{adj}=0.802$) Een meter fonteinkruid weegt ongeveer 1.3 gram.



Figuur 2. Lengte frequente verdelingen van Doorgroeid fonteinkruid voor en na het maaien op twee verschillende hoogtes eind mei/begin juni.

3.4 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 ($R^2_{adj} = 0.74$), waarbij helaas nog niet alle resultaten beschikbaar waren. 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 is maximaal 180 g m^{-2} . In de gemaaide vakken bedraagt de biomassa circa 42 g m^{-2} (tabel 4). De ondergrondse biomassa is 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.

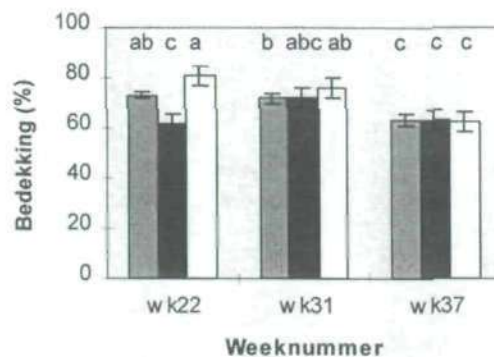
Tabel 4. De bovengrondse en ondergrondse biomassa (\pm SE) van Doorgroeid fonteinkruid ($\text{gram drooggewicht m}^{-2}$) in de gemaaide en ongemaaide raaien. De bovengrondse biomassa is geschat op basis van de bedekking-biomassa relatie.

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

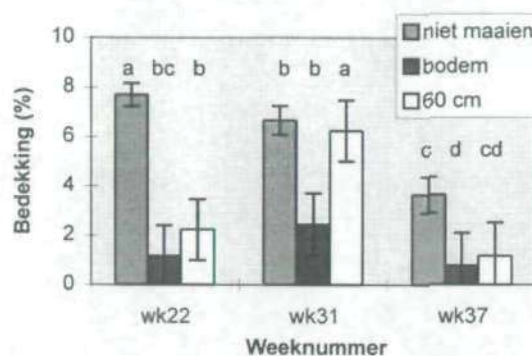
3.5 Hergroei van gemaaide planten

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 3. De gemiddelde bedekking (\pm SE) van Kranswier en Doorgroei 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 3, bijlage 2 en 3). Hergroei van Doorgroei fonteinkruid vond alleen plaats in week 31 in de 60 cm boven de bodem gemaaide behandeling. Echter daarna stortten 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. Doorgroei 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.

3.6 Monitoring lokale waterkwaliteit

De waterkwaliteit is 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) zijn 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 8). Dit is ook na de maaibeurten waargenomen en is waarschijnlijk plaats-afhankelijk. Ook het chlorofyl-a gehalte was lager op de gemaaide locatie dan in de vaargeul en tussen de kranswiervegetatie, 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 het werd iets hoger dan het gehalte op de Kranswier locatie. De overige parameters vertonen weinig verschillen voor en na het maaien. Uit een extinctie

meting in proefvak B (bijlage 9) blijkt dat er weinig verschil is in extinctie in het gemaaide gedeelte en in het niet-gemaaide gedeelte.

3.7 Monitoring watervogels

In de zomer zijn de aantallen vogels zeer laag ten opzichte van de winter. Uit de verspreiding blijkt (Bureau Waardenburg, 1999) dat de meeste vogels zich in de zomer ophouden in het smalle deel van het Veluwemeer en langs de oevers van de oude landzijde. Uit tabel 5 blijkt dat de aantallen op het open water laag zijn. Bovendien zijn de verschillen tussen het gemaaide en ongemaaide gebied niet groot. Gecorrigeerd voor het oppervlak zijn de aantallen in het gemaaide vakken (B+C) zelfs hoger.

Tabel 5. 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

3.8 Kieming knipproef

Doorgroeid fonteinkruid en Kranswier zijn beide gekiemd. De kiemkracht van Kranswier is goed. De kiemkracht van Doorgroeid fonteinkruid zaad (107 dagen bij kamertemperatuur, 11 dagen bij 5°C) is ook goed. De kiemkracht van de wortelstokken van Doorgroeid fonteinkruid en zaad (118 dagen bij 5 °C) is echter minimaal (tabel 6). Looptijd kieming: 9-11-1999 t/m 6-01-2000.

Tabel 6. Het kiemingspercentage van Kranswier en Doorgroeid fonteinkruid (- geen kieming, de hoeveelheid + geeft de kiemkracht van het zaad aan).

Soort	Kiemingspercentage
DF wortelstokken	-
DF zaad (118 dagen bij 5°C)	+
DF zaad (107 dagen kamertemperatuur, 11 dagen bij 5°C)	++
Kranswier	+++

4 Discussie

In het onderzoek 'Maaien van waterplanten in het Veluwemeer' is gekeken hoe ondergedoken waterplanten zich ontwikkelen als ze wel of niet gemaaid worden op verschillende hoogtes. Ook is er gekeken op welk tijdstip in het zomerseizoen de waterplanten het beste gemaaid kunnen worden. In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken en de effecten weergegeven van het maaien van fonteinkruid en Kranswier.

Geogste biomassa

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 geogste hoeveelheid Doorgroeid fonteinkruid veranderde nauwelijks, doordat de biomassapiek al vroeg in het seizoen werd bereikt.

Op basis van de totale hoeveelheid geogste 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 dit voorbeeld, in de orde van 1.2% P (gemaaid opp./totaal opp. * 100% = 0.06%, totale P-onttrekking door het maaien is circa 20%).

Effecten van maaien op de bodembedekking en hergroei

Het maaien heeft een relatief klein effect op de Kranswier bodembedekking. Het maaien op bodemniveau is technisch lastig uit te voeren, waardoor pluksgewijs dichte bedekkingen overblijven. Aandachtspunt is dat bij 60 cm boven de bodem maaien in week 31 ook een significante hoeveelheid Kranswier is geogst. 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 (Rutten et al., bijlage 5). Voor het jaar 2000 wordt daarom geadviseerd alvorens te gaan maaien de kranswierhoogte vast te stellen.

De bedekking van Doorgroeid fonteinkruid kan goed worden teruggebracht. Er zijn geen verschillen aan te wijzen tussen de verschillende maaihoogtes. De hergroei was in 1999 niet goed vast te stellen vanwege het vroege groeiseizoen en het (vrij) late tijdstip van maaien. Alleen het maaitijdstip week 22 heeft waarschijnlijk net iets voor de piek van de biomassa gelegen. Zowel voor Kranswieren als voor Doorgroeid fonteinkruid was de hergroei laag of niet aanwezig. Eenmaal maaien in het begin van juni lijkt voldoende om de overlast te beperken. Wat precies de rol van het seizoen is geweest, is nog niet duidelijk. Toch is de verwachting dat eenmaal maaien voldoende is, indien het moment van maaien goed wordt gekozen (vlak voor of op het moment dat overlast optreedt).

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 maaien gebied A in week 35

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.

5 Belangrijke conclusies

Uit het onderzoek naar het maaien van waterplanten in het Veluwemeer kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

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.

De bedekking van Doorgroeid fonteinkruid kan sterk worden gereduceerd en de planten groeien slechts in beperkte mate of niet 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 in gemaaide gebieden is lager dan in ongemaaide gebieden (significant bij $P=0.07$). In 2000 mogen daarom ook nog positieve effecten van de maaibeurt in 1999 verwacht worden, door de lagere biomassa.

Er is geen aantoonbaar negatief effect van vegetatieverwijdering op de waterhelderheid op locale schaal, mits het inwendig bedekkingspercentage van het Veluwemeer 30% blijft.

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)

Voor Kranswieren wordt een minimum oppervlak van 30 % van het meer geadviseerd (inwendige bedekking) voor behoud van het door de waterbeheerder gewenste doorzicht. Voor fonteinkruiden wordt geadviseerd alleen te maaien op dieper dan 1 m en op plaatsen met ondergroei van Kranswieren.

6 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.
- 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.
- 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.
- Van Nes, E. H., M.S. van den Berg, H. Coops, J. Clayton, & M. Scheffer, (1999) *Aquatic macrophytes: restore or is there a compromise?* Hydrobiologia, in press.
- Van der Winden, J., 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.

ANOVA-tabel: Test van het effect van de verschillende clusters op de bedekking van Kranswier en Doorgroeid fonteinkruid

ANOVA-tabel: Test van het effect van de verschillende clusters op de bedekking van Kranswier en Doorgroeid fonteinkruid

(MAAIT; 1° getal: tijdstip maaibeurt, 2° getal maaihogte, 3° getal tijdstip meting; 0.1= controle 1° beurt etcirca)
 (BLOK; de drie verschillende clusters)
 (KW=Kranswier, DF=doorgroeidfonteinkruid,ln log getransformeerd, tt=arcsin getransformeerd)

DF

Between-Subjects Factors

		N
BLOK	1.0	25
	2.0	26
	3.0	25
MAAIT	.1	21
	.2	13
	.3	8
	100.0	3
	101.0	2
	102.0	2
	160.0	3
	161.0	3
	162.0	2
	200.0	3
	201.0	3
	260.0	2
	261.0	2
	300.0	3
	360.0	3

Maaian van waterplanten in het Veluwemeer

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: DF

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5474.646 ^a	44	124.424	2.665	.000
Intercept	6063.922	1	6063.922	129.880	.000
BLOK	2.260	2	1.130	.024	.976
MAAIT	4604.880	14	328.920	7.045	.000
BLOK * MAAIT	763.276	28	27.260	.584	.959
Error	34222.712	733	46.689		
Total	58336.000	778			
Corrected Total	39697.357	777			

a. R Squared = .138 (Adjusted R Squared = .086)

Estimated Marginal Means

1. BLOK * MAAIT

Dependent Variable: DF

BLOK	MAAIT	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
1.0	.1	8.257	.817	6.654	9.860
	.2	4.974	1.108	2.798	7.150
	.3	2.367	1.248	-8.246E-02	4.816
	100.0	1.500	2.161	-2.742	5.742
	101.0	3.600	2.161	-.642	7.842
	102.0	.800	2.161	-3.442	5.042
	160.0	2.500	2.161	-1.742	6.742
	161.0	4.400	2.161	.158	8.642
	162.0	2.700	2.161	-1.542	6.942
	200.0	5.100	2.161	.858	9.342
	201.0	5.800	2.161	1.558	10.042
	260.0	6.000	2.161	1.758	10.242
	261.0	2.900	2.161	-1.342	7.142
	300.0	1.500	2.161	-2.742	5.742
360.0	.900	2.161	-3.342	5.142	
2.0	.1	7.414	.817	5.811	9.018
	.2	8.429	.976	6.512	10.345
	.3	3.400	1.248	.951	5.849
	100.0	1.000	2.161	-3.242	5.242
	101.0	1.444	2.278	-3.027	5.916
	102.0	-2.2E-16	2.278	-4.471	4.471
	160.0	2.300	2.161	-1.942	6.542
	161.0	5.600	2.161	1.358	9.842
	162.0	1.300	2.161	-2.942	5.542
	200.0	2.400	2.161	-1.842	6.642
	201.0	4.400	2.161	.158	8.642
	260.0	6.375	2.416	1.632	11.118
	261.0	5.800	2.161	1.558	10.042
	300.0	.800	2.161	-3.442	5.042
360.0	1.200	2.161	-3.042	5.442	
3.0	.1	7.386	.817	5.782	8.989
	.2	6.083	.986	4.147	8.020
	.3	5.185	1.315	2.604	7.767
	100.0	1.000	2.161	-3.242	5.242
	101.0	2.200	2.161	-2.042	6.442
	102.0	1.714	2.583	-3.356	6.784
	160.0	1.900	2.161	-2.342	6.142
	161.0	8.700	2.161	4.458	12.942
	162.0	1.167	2.790	-4.310	6.643
	200.0	1.800	2.161	-2.442	6.042
	201.0	2.100	2.161	-2.142	6.342
	260.0	4.300	2.161	5.800E-02	8.542
	261.0	4.714	2.583	-.356	9.784
	300.0	1.500	2.161	-2.742	5.742
360.0	1.100	2.161	-3.142	5.342	

2. BLOK

Dependent Variable: DF

BLOK	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1.0	3.553	.514	2.544	4.563
2.0	3.457	.522	2.432	4.483
3.0	3.390	.544	2.323	4.457

3. MAAIT

Dependent Variable: DF

MAAIT	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.1	7.686	.472	6.760	8.611
.2	6.495	.592	5.333	7.657
.3	3.651	.733	2.211	5.091
100.0	1.167	1.248	-1.282	3.616
101.0	2.415	1.270	-7.925E-02	4.909
102.0	.838	1.355	-1.822	3.498
160.0	2.233	1.248	-.216	4.682
161.0	6.233	1.248	3.784	8.682
162.0	1.722	1.379	-.985	4.430
200.0	3.100	1.248	.651	5.549
201.0	4.100	1.248	1.651	6.549
260.0	5.558	1.298	3.009	8.107
261.0	4.471	1.334	1.853	7.090
300.0	1.267	1.248	-1.182	3.716
360.0	1.067	1.248	-1.382	3.516

KW

Between-Subjects Factors

		N
BLOK	1.0	256
	2.0	266
	3.0	257
MAAIT	.1	210
	.2	137
	.3	86
	100.0	30
	101.0	30
	102.0	27
	160.0	30
	161.0	30
	162.0	26
	200.0	30
	201.0	30
	260.0	27
	261.0	27
	300.0	29
	360.0	30

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: KW

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	298756.44 ^a	44	6789.919	19.223	.000
Intercept	1599787.5	1	1599787.5	4529.265	.000
BLOK	2902.411	2	1451.206	4.109	.017
MAAIT	211599.38	14	15114.241	42.791	.000
BLOK * MAAIT	79504.613	28	2839.450	8.039	.000
Error	259257.08	734	353.211		
Total	3617818.0	779			
Corrected Total	558013.53	778			

a. R Squared = .535 (Adjusted R Squared = .508)

Estimated Marginal Means

Maaian van waterplanten in het Veluwemeer

1. BLOK * MAAIT

Dependent Variable: KW

BLOK	MAAIT	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
1.0	.1	76.171	2.246	71.761	80.581
	.2	73.158	3.049	67.173	79.143
	.3	67.667	3.431	60.930	74.403
	100.0	82.000	5.943	70.332	93.668
	101.0	71.000	5.943	59.332	82.668
	102.0	55.500	5.943	43.832	67.168
	160.0	89.400	5.943	77.732	101.068
	161.0	75.000	5.943	63.332	86.668
	162.0	69.444	6.265	57.146	81.743
	200.0	13.400	5.943	1.732	25.068
	201.0	31.900	5.943	20.232	43.568
	260.0	50.500	5.943	38.832	62.168
	261.0	20.300	5.943	8.632	31.968
	300.0	14.889	6.265	2.590	27.188
360.0	36.900	5.943	25.232	48.568	
2.0	.1	55.429	2.246	51.019	59.839
	.2	78.878	2.685	73.607	84.148
	.3	65.345	3.490	58.493	72.196
	100.0	32.300	5.943	20.632	43.968
	101.0	66.000	5.943	54.332	77.668
	102.0	61.000	5.943	49.332	72.668
	160.0	68.000	5.943	56.332	79.668
	161.0	74.200	5.943	62.532	85.868
	162.0	45.400	5.943	33.732	57.068
	200.0	16.500	5.943	4.832	28.168
	201.0	24.000	5.943	12.332	35.668
	260.0	58.750	6.645	45.705	71.795
	261.0	46.300	5.943	34.632	57.968
	300.0	52.000	5.943	40.332	63.668
360.0	65.000	5.943	53.332	76.668	
3.0	.1	88.000	2.246	83.590	92.410
	.2	63.380	2.658	58.162	68.598
	.3	55.370	3.617	48.270	62.471
	100.0	70.000	5.943	58.332	81.668
	101.0	76.000	5.943	64.332	87.668
	102.0	74.286	7.103	60.340	88.231
	160.0	84.500	5.943	72.832	96.168
	161.0	78.000	5.943	66.332	89.668
	162.0	80.714	7.103	66.769	94.660
	200.0	5.400	5.943	-6.268	17.068
	201.0	29.600	5.943	17.932	41.268
	260.0	51.111	6.265	38.812	63.410
	261.0	44.286	7.103	30.340	58.231
	300.0	32.100	5.943	20.432	43.768
360.0	61.000	5.943	49.332	72.668	

2. BLOK

Dependent Variable: KW

BLOK	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1.0	55.149	1.426	52.348	57.949
2.0	53.940	1.425	51.142	56.738
3.0	59.583	1.488	56.661	62.505

3. MAAIT

Dependent Variable: KW

MAAIT	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.1	73.200	1.297	70.654	75.746
.2	71.805	1.618	68.628	74.982
.3	62.794	2.029	58.811	66.776
100.0	61.433	3.431	54.697	68.170
101.0	71.000	3.431	64.264	77.736
102.0	63.595	3.668	56.394	70.797
160.0	80.633	3.431	73.897	87.370
161.0	75.733	3.431	68.997	82.470
162.0	65.186	3.727	57.869	72.503
200.0	11.767	3.431	5.030	18.503
201.0	28.500	3.431	21.764	35.236
260.0	53.454	3.632	46.323	60.584
261.0	36.962	3.668	29.760	44.163
300.0	32.996	3.494	26.136	39.856
360.0	54.300	3.431	47.564	61.036

BIJLAGE 2

ANOVA: Effect van maaien op
bedekking tTKW

ANOVA: Effect maaien op bedekking tTKW

Between-Subjects Factors

		N
MAAIT	.10	210
	.20	137
	.30	86
	100.00	30
	101.00	30
	102.00	27
	160.00	30
	161.00	30
	162.00	26
	200.00	30
	201.00	30
	260.00	27
	261.00	27
	300.00	29
360.00	30	

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: TTKW

F	df1	df2	Sig.
4.853	14	764	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

^a. Design: Intercept+MAAIT

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TTKW

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	29.452 ^a	14	2.104	34.467	.000
Intercept	363.211	1	363.211	5950.981	.000
MAAIT	29.452	14	2.104	34.467	.000
Error	46.630	764	6.103E-02		
Total	740.645	779			
Corrected Total	76.081	778			

^a. R Squared = .387 (Adjusted R Squared = .376)

Estimated Marginal Means

MAAIT

Estimates

Dependent Variable: TTKW

MAAIT	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.10	1.054	.017	1.021	1.088
.20	1.025	.021	.984	1.067
.30	.923	.027	.871	.975
100.00	.905	.045	.816	.994
101.00	1.012	.045	.924	1.101
102.00	.922	.048	.829	1.016
160.00	1.140	.045	1.052	1.229
161.00	1.067	.045	.978	1.155
162.00	.927	.048	.831	1.022
200.00	.328	.045	.240	.417
201.00	.515	.045	.427	.604
260.00	.818	.048	.724	.911
261.00	.618	.048	.525	.711
300.00	.581	.046	.491	.671
360.00	.822	.045	.733	.910

Univariate Tests

Dependent Variable: TTKW

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	29.452	14	2.104	34.467	.000
Error	46.630	764	6.103E-02		

The F tests the effect of MAAIT. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

BIJLAGE 3

ANOVA: Effect maaien op
bedekking lnDF

ANOVA: Effect maaien op bedekking lnDF

Between-Subjects Factors

	N
MAAIT .10	210
.20	135
.30	87
100.00	30
101.00	29
102.00	26
160.00	30
161.00	30
162.00	26
200.00	30
201.00	30
260.00	28
261.00	27
300.00	30
360.00	30

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: LNDF

F	df1	df2	Sig.
15.929	14	763	.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+MAAIT

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: LNDF

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	446.280 ^a	14	31.877	15.260	.000
Intercept	57.377	1	57.377	27.466	.000
MAAIT	446.280	14	31.877	15.260	.000
Error	1593.910	763	2.089		
Total	2358.077	778			
Corrected Total	2040.190	777			

a. R Squared = .219 (Adjusted R Squared = .204)

Estimated Marginal Means

MAAIT

Estimates

Dependent Variable: LNDF

MAAIT	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.10	1.608	.100	1.413	1.804
.20	.560	.124	.315	.804
.30	-7.2E-02	.155	-.376	.232
100.00	.136	.264	-.382	.654
101.00	.651	.268	.124	1.178
102.00	-1.094	.283	-1.650	-.537
160.00	.627	.264	.109	1.145
161.00	1.342	.264	.824	1.860
162.00	-.297	.283	-.853	.260
200.00	.841	.264	.323	1.359
201.00	.692	.264	.174	1.210
260.00	.420	.273	-.116	.956
261.00	.620	.278	7.367E-02	1.166
300.00	-.439	.264	-.957	7.920E-02
360.00	-.563	.264	-1.081	-4.494E-02

Univariate Tests

Dependent Variable: LNDF

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	446.280	14	31.877	15.260	.000
Error	1593.910	763	2.089		

The F tests the effect of MAAIT. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

BIJLAGE 4

ANCOVA: Effect maaien op
 ondergrondse biomassa Doorgroeid
 fonteinkruid met bedekking voor
 het maaien als co-variabele

**ANCOVA: Effect maaien op ondergrondse biomassa
 Doorgroeid fonteinkruid met bedekking voor het
 maaien als co-variabele**

(Code=1= wel maaien, code=2=niet maaien)
 (COVAR= covariabele bedekking DF voor maaien)
 (BIOMO2= ondergrondse biomassa DF)

Between-Subjects Factors

	N
CODE 1.00	140
2.00	122

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: BIOMM2O

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	665.514 ^a	2	332.757	4.074	.018
Intercept	107.160	1	107.160	1.312	.253
COVAR2	406.370	1	406.370	4.975	.027
CODE	262.832	1	262.832	3.218	.074
Error	21154.083	259	81.676		
Total	23414.090	262			
Corrected Total	21819.597	261			

^a. R Squared = .031 (Adjusted R Squared = .023)

Estimated Marginal Means

CODE

Dependent Variable: BIOMM2O

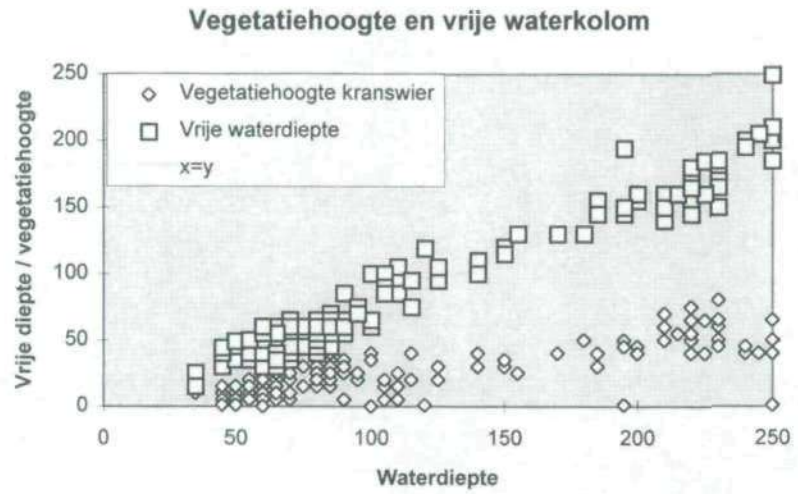
CODE	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1.00	1.532 ^a	.764	2.788E-02	3.036
2.00	3.540 ^a	.818	1.929	5.151

^a. Evaluated at covariates appeared in the model:
 COVAR2 = 3.5290.

BIJLAGE 5

Planthoogte en vrije waterkolom in
het Veluwemeer 1999

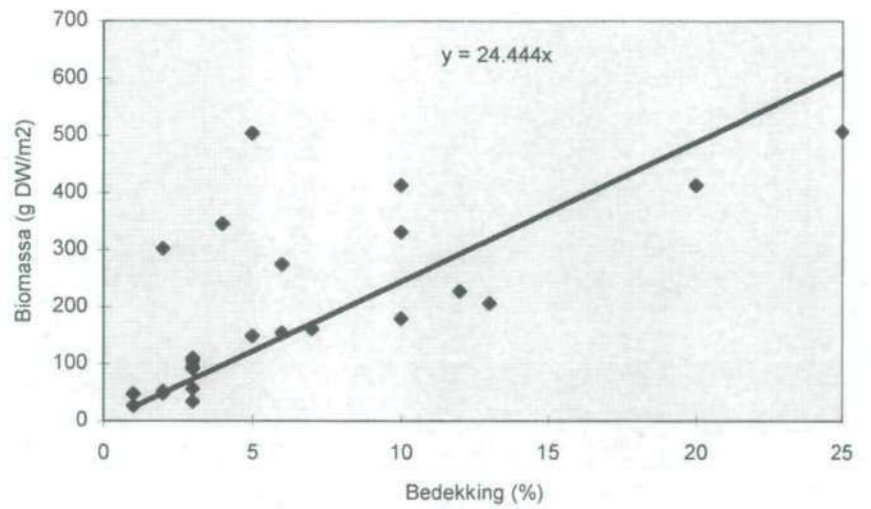
Planthoogte en vrije waterkolom in het Veluwemeer 1999.



BIJLAGE 6

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

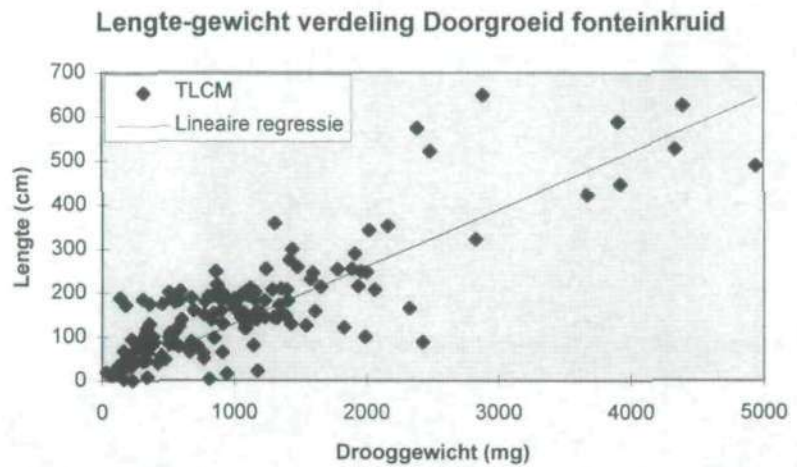
Relatie tussen drooggewicht en biomassa van Doorgroeid fonteinkruid in de
maaiproeven in het Veluwemeer 1999.



BIJLAGE 7

Relatie tussen lengte en biomassa van Doorgroeid fonteinkruid

Relatie tussen lengte en biomassa van Doorgroeid fonteinkruid (lengte in cm; drooggewicht in mg).



Regression

Variables Entered/Removed ^{b,c}

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	DWMG ^a	.	Enter

- a All requested variables entered.
- b Dependent Variable: TLCM
- c Linear Regression through the Origin

Model Summary ^{c,d}

Model	R	R Square ^a	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.896 ^b	.803	.802	88.1546

- a For regression through the origin (the no-intercept model), R Square measures the proportion of the variability in the dependent variable about the origin explained by regression. This CANNOT be compared to R Square for models which include an intercept.
- b Predictors: DWMG

Maaien van waterplanten in het Veluwemeer

- c Dependent Variable: TLCM
 d Linear Regression through the Origin

ANOVA ^{c,d}

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4852802.973	1	4852802.973	624.458	.000 ^a
	Residual	1188998.027	153	7771.229		
	Total	6041801.000 ^b	154			

- a Predictors: DWMG
 b This total sum of squares is not corrected for the constant because the constant is zero for regression through the origin.
 c Dependent Variable: TLCM
 d Linear Regression through the Origin

Coefficients ^{a,b}

Model		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
		B		Beta		
1	DWMG	.130	.005	.896	24.989	.000

- a Dependent Variable: TLCM
 b Linear Regression through the Origin

Casewise Diagnostics ^{a,b}

Case Number	Std. Residual	TLCM
106	3.107	649.00
154	-6.748	49.00

- a Dependent Variable: TLCM
 b Linear Regression through the Origin

Residuals Statistics ^{a,b}

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	4.8185	643.8596	135.5996	114.9358	154
Residual	-594.8596	273.9361	22.3550	85.2538	154
Std. Predicted Value	-1.138	4.422	.000	1.000	154
Std. Residual	-6.748	3.107	.254	.967	154

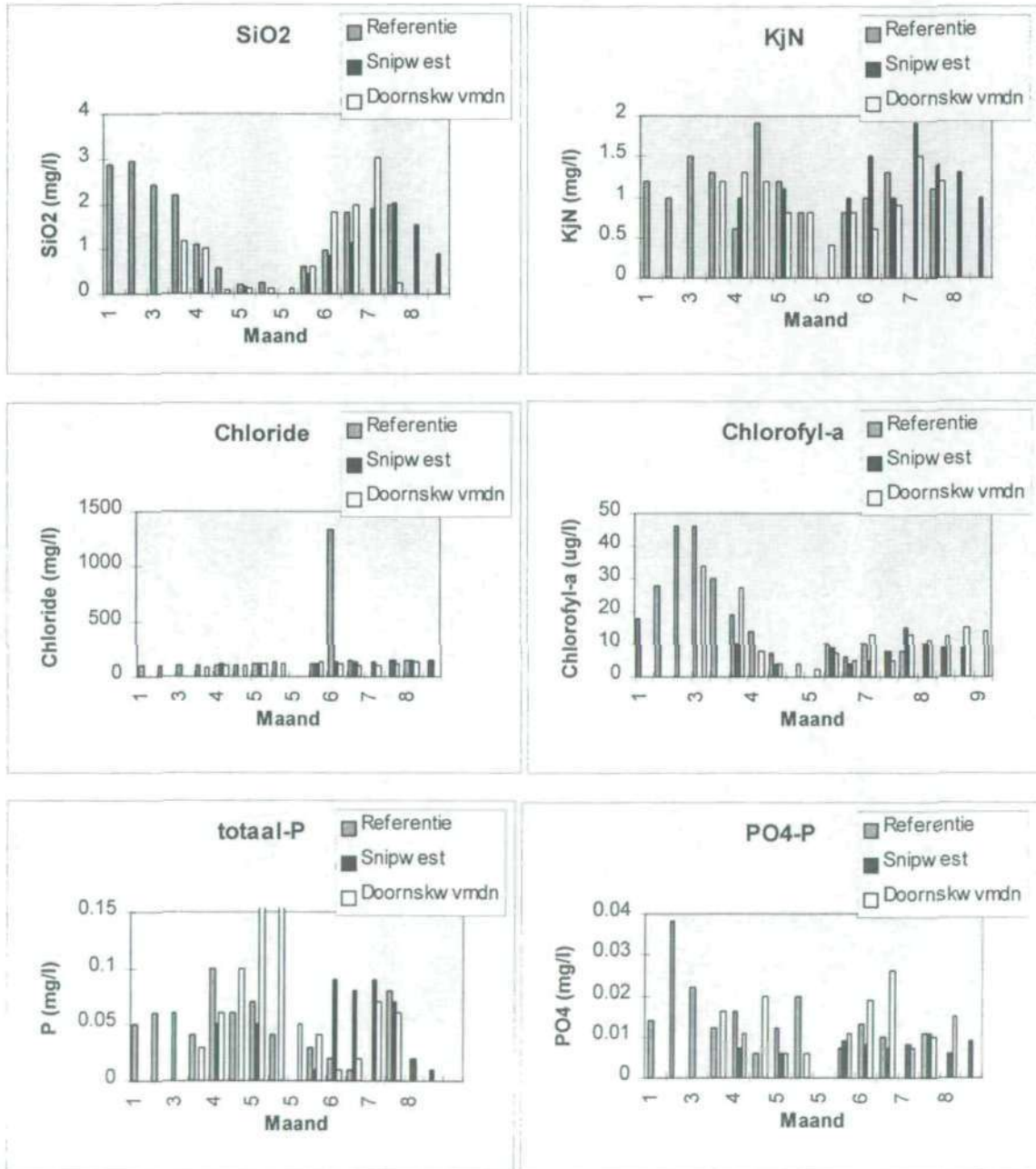
- a Dependent Variable: TLCM
 b Linear Regression through the Origin

BIJLAGE 8

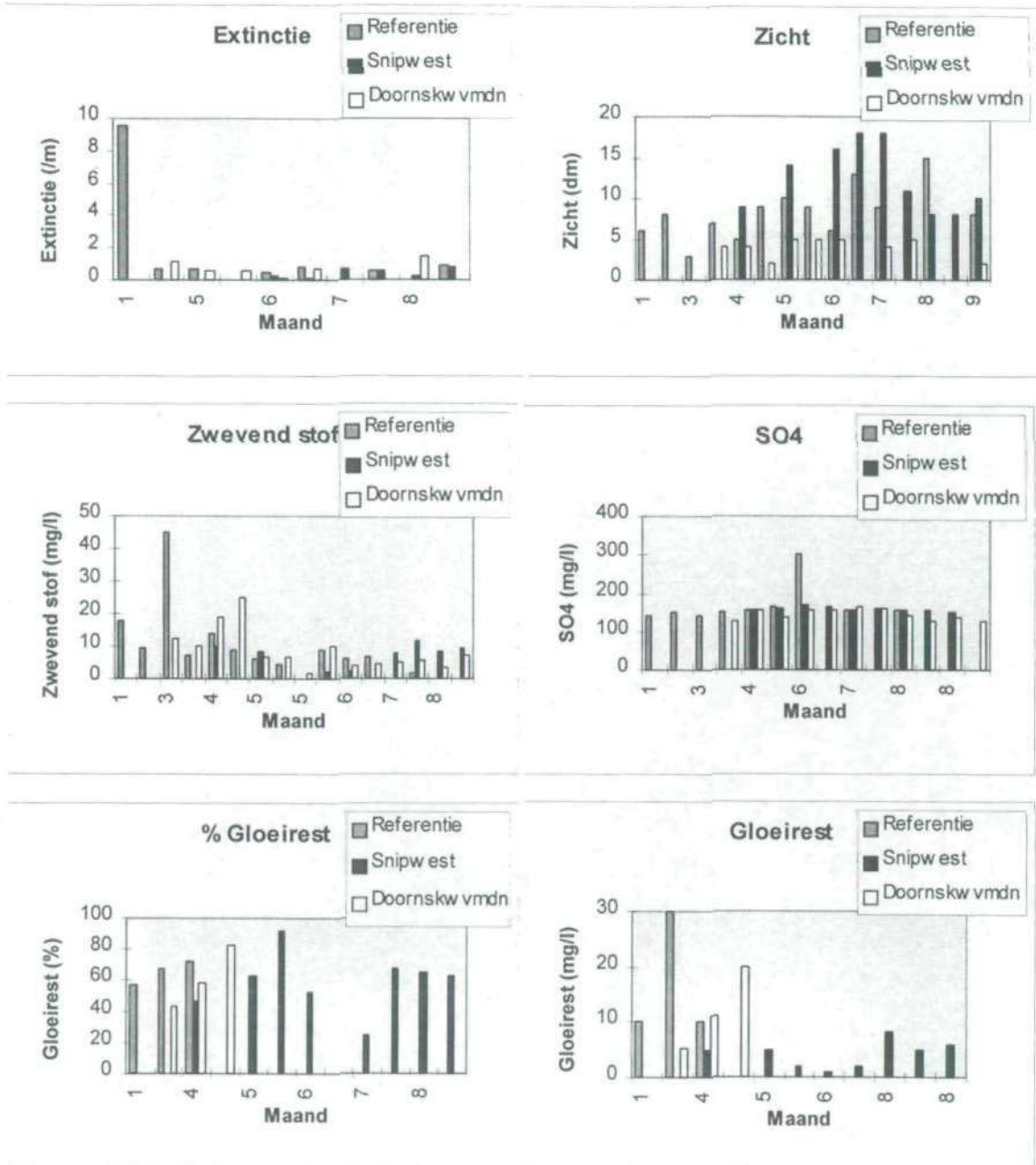
Resultaten waterkwaliteitsmetingen

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 Kranswier (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.



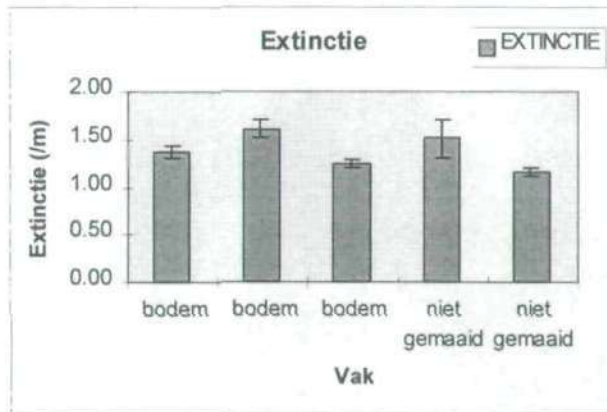
Maaien van waterplanten in het Veluwemeer



BIJLAGE 9

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 10

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 soorten Kranswier, Doorgroeid fonteinkruid en Aarvederkruid. De biomassa staat weergegeven in kg drooggewicht per raai.

Kranswier

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 11

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 12

Memo Meinde Spoelder

I.v.m. het toenemend aantal klachten met name wat betreft de recreatievaart betreffende de enorme groei van de waterplanten in de Veluwe Randmeren, heeft de dienstkring Lelystad-Randmeren een aannemer benaderd om de mogelijkheden van het bestrijden van deze waterplanten (echter zonder chemische middelen) nader te onderzoeken.

Er werd een offerte aangevraagd bij de Fa. Agterberg BV. op een toegezonden plan van aanpak en een tijdsplanning. Dit plan bestond uit het maaien van 3 vakken van 10m x 100m op een diepte van 0.60m boven de bodem, en 3 vakken die op de bodem moesten worden gemaaid.

In samenspraak met het aannemingsbedrijf Agterberg BV. is besloten om te maaien vanaf een zelfvarende bak die voorzien was van spudpalen. Op deze bak stond een hydraulische kraan met een lange arm voorzien van een maaikorf. De maaikorf was voorzien van een hoogte indicator welke op de vooraf gepeilde diepte kon worden ingesteld daardoor kon de machinist nauwkeurig de maaihogtes bepalen. Al bij de eerste maaiproef bleek dat door de lengte van het fonteinkruid het maaisel over de maaikorf heen dreef, daardoor zijn twee rekken op de maaikorf aangebracht om dit probleem te ondervangen. De maaicapaciteit in deze vakken was 0.2 ha per dag.

De hoeveelheid maaisel van deze 6 vakken was 1080 kg.

Naar aanleiding van bovengenoemde maaiproef werden 3 aannemers benaderd om vak A (3 x 16.8 ha), vak B (2 x 0.6 ha) en vak C (3 x 2.5 ha) te maaien.

Deze 3 aannemers waren Fa. Agterberg BV., Fa. K. Beens & Zn. Bv. en Fa. Aqua Terra BV. Na vergelijking bleek de Fa. Aqua Terra de goedkoopste.

Echter tot gunning kon niet worden overgegaan omdat ze niet konden garanderen dat hun manier van maaien en afvoer aan de gestelde eisen zou voldoen. Tevens was het voor deze firma technisch niet mogelijk om vak C te maaien. Wel werd deze firma toegezegd dat bij eventuele volgende maaibeurten zij met hun methode een demonstratie mogen geven. Vervolgens werd het werk aan de Fa. Agterberg gegund. Echter door de hoogte van het bedrag van deze offerte en de daaruit voortvloeiende financiële rompslomp was het niet mogelijk om het opgestelde plan uit te voeren.

Er werd een nieuwe offerte gevraagd aan de Fa. Agterberg met de volgende vraag. Maaien van vak A gr. 16.8 ha (1 maal op een hoogte van 0.60 m. boven de bodem) en vak B gr. 0.6 ha (2 maal, waarvan 3 vakken op de bodem en 3 vakken op een hoogte van 0.6m boven de bodem).

Met deze fa werd de proef uitgevoerd, vak B werd de eerste keer gemaaid in week 29 aansluitend werd doorgegaan met het maaien van vak A. Vervolgens werd vak B voor de tweede keer gemaaid in week 35.

Uit deze proef bleek dat de maat van de bak en het reikbereik van de kraan bepalend is voor de snelheid van maaien. De maaicapaciteit in vak A was 1.68 ha per dag, en van vak B 0.40 ha per dag, deze vakken zijn uitgevoerd met de grote bak en kraan met een groot reikbereik. De afgevoerde hoeveelheid maaisel uit vak A en B was 12560 kg.

Met vriendelijke groet,
Meinde Spoelder.