



Effecten van verdiepen op de watervegetatie in het Veluwemeer

Totaaloverzicht van resultaten 2002-2004

RIZA Werkdocument 2006.061X



C 26335

C26335

Ministerie van Verkeer en Waterstaat



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling/RIZA

Effecten van verdiepen op de watervegetatie in het Veluwemeer

Totaaloverzicht van resultaten 2002-2004



Rijkswaterstaat/RIZA
Rijksinstituut voor
Integraal Zoetwaterbeheer en
Afvalwaterbehandeling
Documentatie
Postbus 17
8200 AA IJelstad

Maart 2006

Ruurd Noordhuis & John van Schie
RIZA Werkdocument 2006.061X

Inhoudsopgave

.....

	Inhoudsopgave	5
1	Inleiding	7
1.1	Aanleiding voor het onderzoek	7
1.2	Onderzoeksvragen	7
2	Werkwijze	9
2.1	Opzet proefvelden in het Veluwemeer	9
2.2	Bepaling zaadbank van de proefvakken door kiemproof	10
2.3	Onderzoek in de proefvelden	10
2.4	Onderzoek rondom de proefvelden	10
2.5	Dieptemetingen	11
3	Resultaten	13
4	Conclusies	25
5	Discussie	27
6	Aanbevelingen	29
7	Samenvatting	31
8	Literatuur	32
	Bijlage 1. Overzicht van de bedekking van kranwier in alle opnames van de vakken van proefveld B, 2002, 2003 en 2004	33
	Bijlage 2. Diepteverdeling van de vakken van proefveld B bij zomerpeil, 2004	35
	Bijlage 3. Coördinaten proefvelden en vakken	37

1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor het onderzoek

De vaarmogelijkheden in het Veluwemeer zijn door de waterdiepte van het meer beperkt. Een van de maatregelen die in het kader van de Integrale Inrichting Veluwerandmeren (IIVR) is opgenomen is het verbeteren van de vaarmogelijkheden in het Veluwemeer (BOVAR-IIVR 2001). Dit betekent dat de diepte in een deel van het meer ten behoeve van zeiljachten en grotere motorboten zal worden vergroot tot 1,50 m –NAP. Het gaat daarbij om een gebied op de overgang van de ondiepten naar de diepere delen in het midden van het brede deel van het meer, met een lengte van ongeveer 5.5 km en een breedte van 200-500 m. Daarbij is het gebied zo gekozen dat de huidige diepte ten minste een 0.90m beneden NAP bedraagt, om effecten op de aantallen Kleine Zwanen zoveel mogelijk te beperken.

Als randvoorwaarde bij de verdiepen van het gekozen oppervlak geldt verder dat verdiepen geen nadelig effect heeft voor de bedekking door kranswieren, m.a.w. dat deze na verdieping terugkeren. Deze voorwaarde is gesteld omdat de kranswieren een stabiliserende werking hebben op de goede waterkwaliteit. Een voldoende bedekking met kranswieren indiceert en garandeert helder water.)Alvorens tot eventuele verdieping over te gaan wil de opdrachtgever weten welke effecten er op de kranswieren zijn.

1.2 Onderzoeksvragen

Mogelijke effecten van het verwijderen van een sedimentlaag van 0 tot 50 cm op de vegetatie zijn:

- De zaadbank, d.w.z. de voorraad zaden van hogere waterplanten, maar vooral ook sporen en vegetatieve voortplantingsorganen van kranswieren (bulbillen), wordt met de toplaag van de bodem verwijderd, waardoor waterplanten zoals kranswieren moeilijk terugkeren
- Door verdieping is minder licht beschikbaar voor op de bodem groeiende kranswieren en andere waterplanten
- De sedimentsamenstelling wordt door verdieping mogelijk anders, waardoor waterplanten zich minder goed ontwikkelen
- Verandering in de soortensamenstelling van de vegetatie. Bijvoorbeeld een toename van Doorgroeid fonteinkruid zou zich voor kunnen doen, doordat deze soort bij voorkeur in dieper water voorkomt.

Ondanks deze mogelijke effecten wordt verwacht dat kranswieren in tot 1,50 m – NAP verdiept water zullen terugkeren.

Om de verdiepingen verantwoord uit te kunnen voeren heeft Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied het RIZA opdracht gegeven om te onderzoeken wat de effecten zijn van lokaal verdiepen van het Veluwemeer. Hierbij wordt aandacht besteed aan de bovenstaande opgesomde effecten. Daarnaast worden de mogelijkheden voor het stimuleren van herstel door het uitzetten van sporen en het terugzetten van de toplaag van de bodem onderzocht.

De vraagstelling van het project is dus als volgt:

In welke mate, in welke samenstelling en over welke termijn keren waterplanten terug na verdieping tot 1.50 m –NAP en kan het herstel na verdieping worden gestimuleerd door het uitzetten van voortplantingsstructuren of het terugleggen van de toplaag?

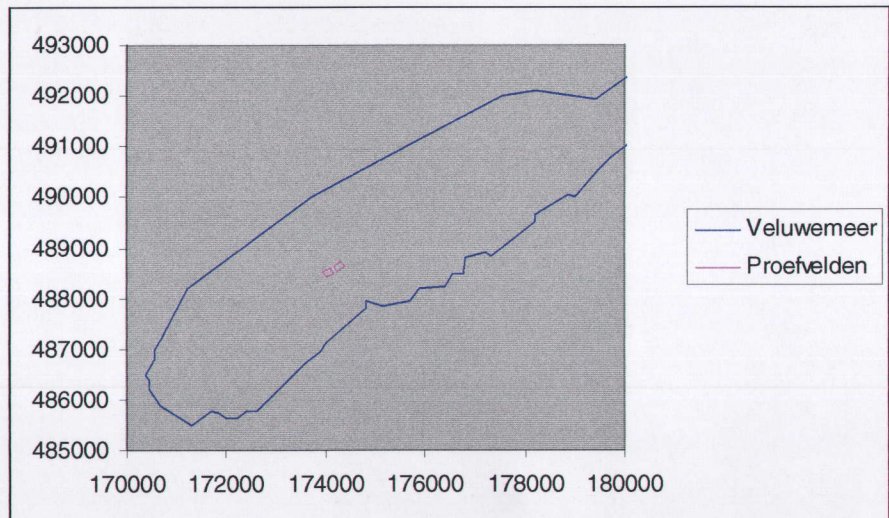
Eerder zijn twee deelrapportages verschenen met de resultaten van 2002 en 2003 (Kolen & van den Berg 2003; Noordhuis & Kolen 2003). In dit document wordt een overzicht gegeven van de alle relevante resultaten over de gehele proefperiode van 2002 tot en met 2004.

2 Werkwijze

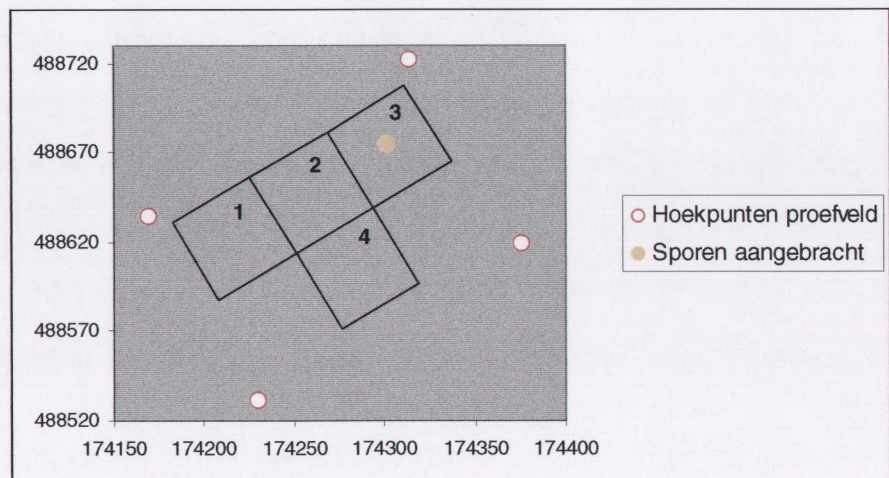
2.1 Opzet proefvelden in het Veluwemeer

Door Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied zijn van 1 t/m 19 april 2002 twee proefvelden uitgezet in het Veluwemeer, waarbinnen vervolgens verdiepingen zijn aangebracht. In deze vakken bestond een diepte gradiënt van ca. -1,0 tot -1,5 m NAP, behoudens een klein gedeelte dat dieper was. Beide velden zijn verdeeld in vier vakken (oppervlakte per vak 0,25 ha.). Per proefveld zijn in de vier vakken verschillende behandelingen uitgevoerd, namelijk alleen verdiepen (vak 1), verdiepen en terugstorten van de bovenste bodemlaag (vak 2), verdiepen en toevoegen van oösporen (vak 3), en niet verdiepen (controlevak 4). In tabel 2.1 staat aangegeven in welk vak welke methode is gebruikt. In bijlage 3 staan de coördinaten van de proefvelden en de vakken binnen de proefvelden weergegeven.

Figuur 2.1 De proefvelden van de verdiepingsproef in het Veluwemeer.



Figuur 2.2 De verdiepte vakken 1 t/m 3 (bovenste rij van links naar rechts) en het referentievak 4 (midden onder) van proefveld B in het Veluwemeer.



Tabel 2.1 De verschillende methoden van verdiepen in de vakken binnen de proefvelden van de Verdiepingsproef. Elke behandeling is in duplo.

Behandeling	Code*
Verdiepen 1,50 meter –NAP	1ZW/1NO
Verdiepen 1,70 meter – NAP en toevoegen 0,20 meter bovenlaag	2ZW/2NO
Verdiepen 1,50 meter –NAP en toevoegen oösporen kranswier	3ZW/3NO
Niets uitvoeren	4ZW/4NO

* ZW = zuidwest, NO = noordoost

In april zijn de oösporen in zuidwestelijke proefveld en in mei zijn de oösporen noordoostelijke proefveld verspreid.

2.2 Bepaling zaadbank van de proefvakken door kiemproof

In maart 2002 is sediment van de vakken binnen de proefvelden in het Veluwemeer bemonsterd. Per proefvak zijn vier cores gestoken en meegenomen naar het laboratorium. Deze cores zijn in het laboratorium bij voldoende temperatuur en licht gezet (25 °C, 14 u licht). Vier maanden later is per core bepaald hoeveel kiemplanten kranswieren waren opgekomen. De opkomst van het aantal kiemplanten van kranswieren is een indicator voor de dichtheid van de zaadbank. Een core had een diameter van 5,8 cm.

2.3 Onderzoek in de proefvelden

Het percentage bodembedekking van afzonderlijke soorten is geschat door per vak raaien te snorkelen met een breedte van ca. 2 meter. De vakken hadden een lengte en breedte van ongeveer 50 meter (minimaal 42, maximaal 54), waardoor per vak 21 tot 26 raaien bestonden. Langs de raaien werd de bedekking iedere 2 meter geschat van de afzonderlijke soorten waterplanten. De vakken waren onderwater gemarkeerd met stokken en lint. De proefvelden zijn in alle jaren omstreeks week 24, 29 en 34 bezocht..

2.4 Onderzoek rondom de proefvelden

De omgeving van de proefvelden is onderzocht door vanuit het midden van de het vakken 1, 2 en 3 NO, en vanuit het midden van het 1, 2 en 3 ZW de richting de vaargeul te varen en op ongeveer 6-8 locaties de waterplantenbedekking te schatten. Dit is gedaan vanuit de boot met de werphark, door op iedere locatie driemaal de hark uit te gooien en over de bodem te trekken. De bedekking van de planten op de werphark is vervolgens bepaald. In week 29, 2003 is op de betreffende locaties de bedekking tevens snorkelend bepaald, om de schattingen van de werphark te kunnen koppelen aan de gegevens uit de proefvelden. Met name 2004 zijn aanvullende gegevens verzameld over bedekkingen in de omgeving, omdat grootschalige wijzigingen in de begroeiing daar aanleiding toe gaven. Om de invloed van de ontwikkelingen in het hele meer op de resultaten van de proef in beeld te brengen, werd tevens gebruik gemaakt van raaiopnamen van de kranswierbedekking in 1999 en 2002 (Noordhuis & van den Berg 2002).

2.5 Dieptemetingen

In 2004 zijn tenslotte gedetailleerde dieptemetingen in de vakken van veld B uitgevoerd, om het patroon van herkolonisatie door de planten te kunnen relateren aan het diepteprofiel en aan de nauwkeurigheid waarmee de verdieping is uitgevoerd.

3 Resultaten

3.1 Kiemingsonderzoek: de uitgangssituatie

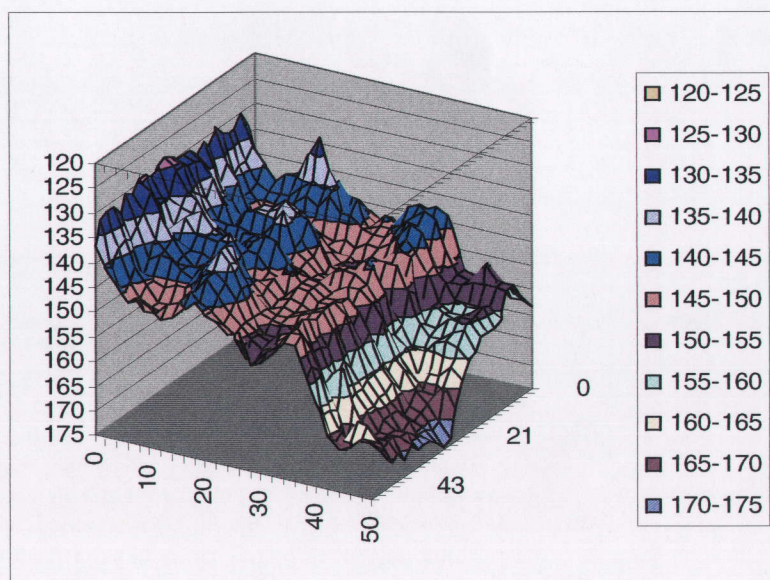
Uit de kiemingsproeven met sediment uit de vakken voor de verdieping bleek dat alleen in proefveld B de uitgangssituatie m.b.t. kranswieren in alle vakken vergelijkbaar was (zie rapportage over 2002). Ook bij de opnamen na verdieping bleek dat de resultaten in proefveld A zodanig waren beïnvloed door de nabijheid van een zandwinlocatie en de daaraan verbonden activiteiten en waterbewegingen, dat deze resultaten niet representatief mogen worden geacht. Na de eerste twee seizoenen is daarom besloten de dichtheden in veld A in 2004 niet meer op te nemen. De resultaten van dit veld zijn in 2002 en 2003 gerapporteerd. Ze worden voor dit eindrapport minder relevant geacht en worden daarom niet herhaald.

3.2 Dieptemetingen van de proefvakken na verdieping

In de loop van 2004 zijn op alle meetpunten van de waterplanten in de proefvakken van veld B ook metingen verricht van de waterdiepte. Daaruit blijkt dat in alle vakken sprake is van een verloop binnen een range van 30-40 cm, en dat dit verloop niet geleidelijk is (zie bijlage 2). De drie verdiepte vakken hadden over een groot deel van het areaal een licht aflopende diepte van ca. 140 tot 155 cm waterdiepte bij zomerpeil. Aan de zuidostrand is de rand van de verdieping herkenbaar, de diepte loopt over korte afstand op van 130 naar 145 cm. Aan de noordwestzijde is op ongeveer drie kwart van alle drie de vakken sprake van een plotselinge toename van de diepte van 155 naar 170-180 cm (figuur 3.1a; bijlage 2). Dit deel had dus een grotere diepte dan de opgeleveringsdiepte van 150 cm -NAP, mogelijk reeds vóór verdieping.

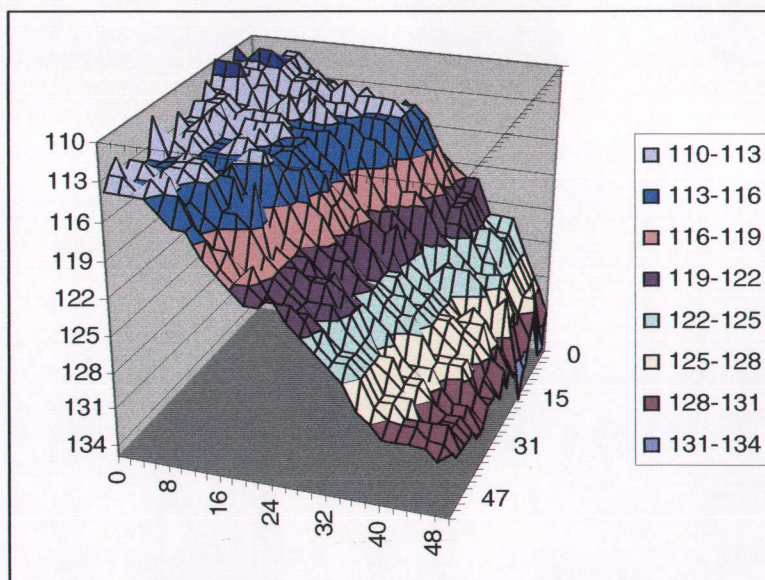
Figuur 3.1a

Diepteprofiel van het verdiepte proefvak B2 in 2004. Dieptes in cm vanaf het wateroppervlak; noordwestrand aan de rechterzijde, Vergelijk bijlage 2.



Figuur 3.1b

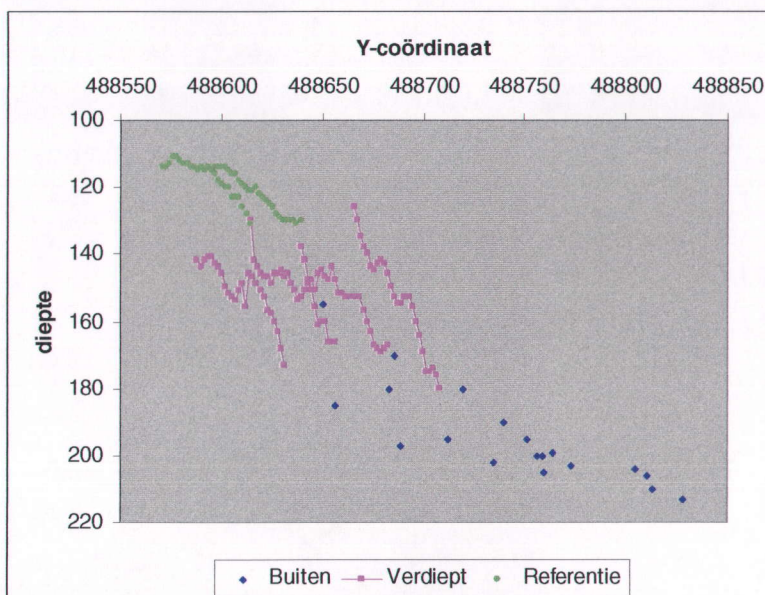
Diepte-profiel van het onverdiepte referentievak B4 (onder) in 2004. Dieptes in cm vanaf het wateroppervlak; noordweststrand aan de rechterzijde, Vergelijk bijlage 2.



Het onverdiepte vak is ondieper dan de andere vakken, niet alleen door de verdiepingen maar ook omdat het aan de bovenkant van een daarvoor al aanwezige helling ligt. Aan de zuidoostelijke zijde is de bodem vlak, met een waterdiepte van ongeveer 110 cm. Langs een diagonaal door het vak ligt vervolgens een rand waarvoorbij de diepte gelijkmatig toeneemt in noordwestelijke richting tot ca. 130 cm (figuur 3.1b).

Figuur 3.2

Diepte van de randen van het referentievak (groen) en de verdiepte vakken (paars) en van enkele raaipunten tussen de vakken en de vaargeul (blauw), uitgezet tegen hun Y-coördinaat. Noord(west)zijde aan de rechterkant.



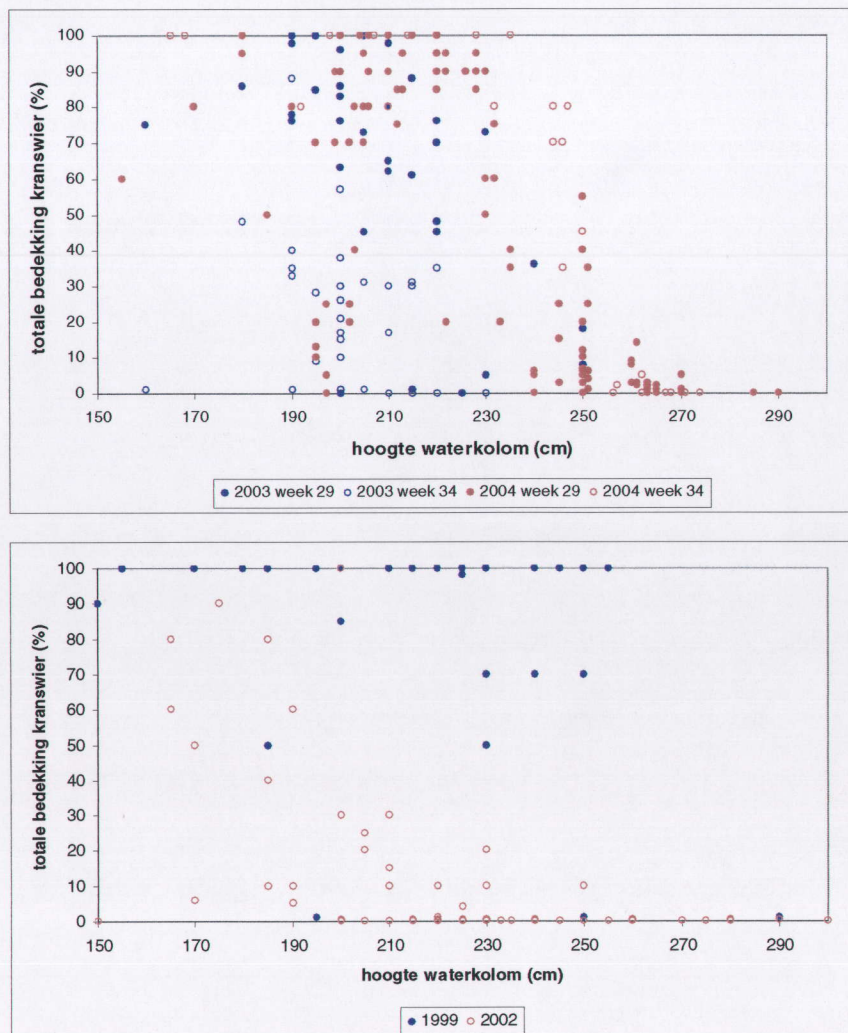
Uit figuur 3.2 blijkt dat de plotselinge toename van de diepte aan de noordwestzijde van de verdiepte vakken aansluit op het talud buiten de vakken, m.a.w. dit deel was waarschijnlijk al voor de verdieping dieper dan de beoogde 150 cm -NAP en is dus waarschijnlijk in essentie niet verdiept. De twee middelste paarse lijnen in figuur 3.2 sluiten aan op de beide lijnen van het referentievak. Uit de "sprong" tussen het eind van de groene lijnen en het begin van de paarse blijkt dat de verdiepte vakken aan de zuidwestzijde in de praktijk zijn verdiept van 130 cm waterdiepte bij zomerpeil naar ca. 150 cm. Dit komt overeen met de proefopzet.

3.3 Context van de proef: ontwikkelingen van de bedekking van kranswier buiten de vakken

Omdat de ontwikkelingen van de (kansen voor de ontwikkeling van) vegetatie in het meer als geheel invloed kan uitoefenen op de resultaten van de proef, is het van belang deze ontwikkelingen te schetsen. Van 1987 tot 2001 is het areaal van kranswier in het Veluwemeer toegenomen van 116 naar 2325 ha, en de gemiddelde bedekking binnen dat areaal van 18 tot 62%. In 2002 ging het areaal naar 1972 ha en de bedekking naar 44%. In die periode heeft het kranswier zich teruggetrokken van een verspreiding tot de 250 cm dieptelijn naar de dieptelijn van ongeveer 180 cm (figuur 3.3a; figuur 3.4a). Het areaal is toen dus gekrompen. Dit proces kan met de RDIJ karteringen niet in beeld gebracht worden, omdat in 2002 niet is gekarteerd. In dat jaar is een serie raaiopnamen gemaakt om de omvang van de teruggang in beeld te brengen, en deze opnamen kunnen worden vergeleken met soortgelijke raaiopnamen die in 1999 waren gemaakt (Noordhuis & van den Berg 2002). Daarop volgend trad in de periode 2003 en 2004 weer een uitbreiding van het areaal op. Deze uitbreiding kon vervolgens worden bestudeerd d.m.v. diepte- en bedekkingsgegevens uit de verdiepingsproef en nieuwe raaiopnamen in 2004 (figuur 3.3). Proefvak B lag in 2002 nog net binnen het veld. In 2003 en 2004 is de inkrimping van het areaal in 2002 rond de proeflocatie gedeeltelijk hersteld. Het areaal is in die jaren opnieuw uitgebreid tot resp. 220 en ca. 240 cm (figuur 3.3b). Uit vergelijking van de raaiopnamen van 1999 en 2004 blijkt dat het areaal en de bedekking in 2004 nog wel kleiner was dan in 1999, (figuur 3.3a, en figuur 3.3b).

Figuur 3.3

De bedekking van kranswier langs de dieptegradiënt uit raaiopnamen door het hele meer in 1999 en 2002, van drie raaien ten noordwesten van proefvak B in 2003 en van deze zelfde raaien en andere raaien in het brede deel van het meer in 2004.

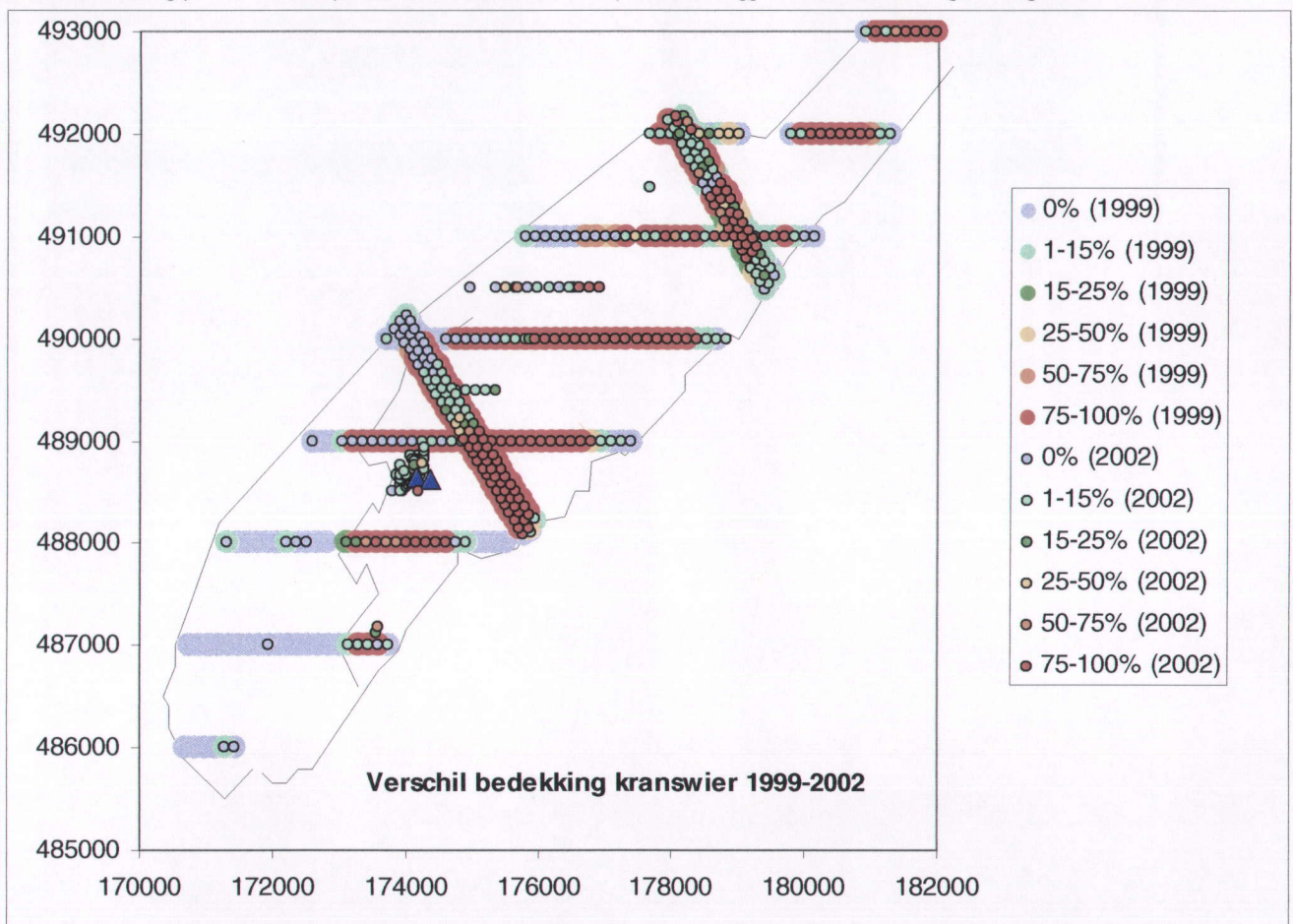


Afgezien van dit proces, dat in relatie stond tot algehele waterkwaliteit en qua effecten vooral tot uiting kwam op grotere diepten (Portielje et al. in prep.), is lokaal sprake geweest van verandering in de bedekking van kranswier in ondiepe zones. De meest opvallende verandering in deze categorie is het verdwijnen van een gedeelte van het kranswieveld ten zuidoosten van de proefvakken in 2004.

Dit gebied heeft een geringe diepte (geleidelijk aflopen tot ca. 110 cm waterdiepte ter hoogte van het niet verdiepte referentievak). Op grond van raaiopnamen en aanvullende opnames in augustus 2004 kan worden geconcludeerd dat hier ten opzichte van de kartering van 2003 (en opnames van dezelfde raaien in 1999 en 2002) een deel van het kranswieveld ter grootte van ongeveer 2 km² is verdwenen (figuur 3.4). Proefveld B ligt op de rand, het referentievak zelfs ten dele binnen dit areaal. Ook ten noorden van de proefvakken heeft op een gedeelte van de raai op anderhalve kilometer sterke afname van kranswier plaatsgevonden (figuur 3.4). De oorzaak van deze lokale ontwikkeling is nog onduidelijk. Wel duidelijk is dat de bedekking van met name het referentievak in 2004 in het licht van deze ontwikkeling moet worden bezien. .

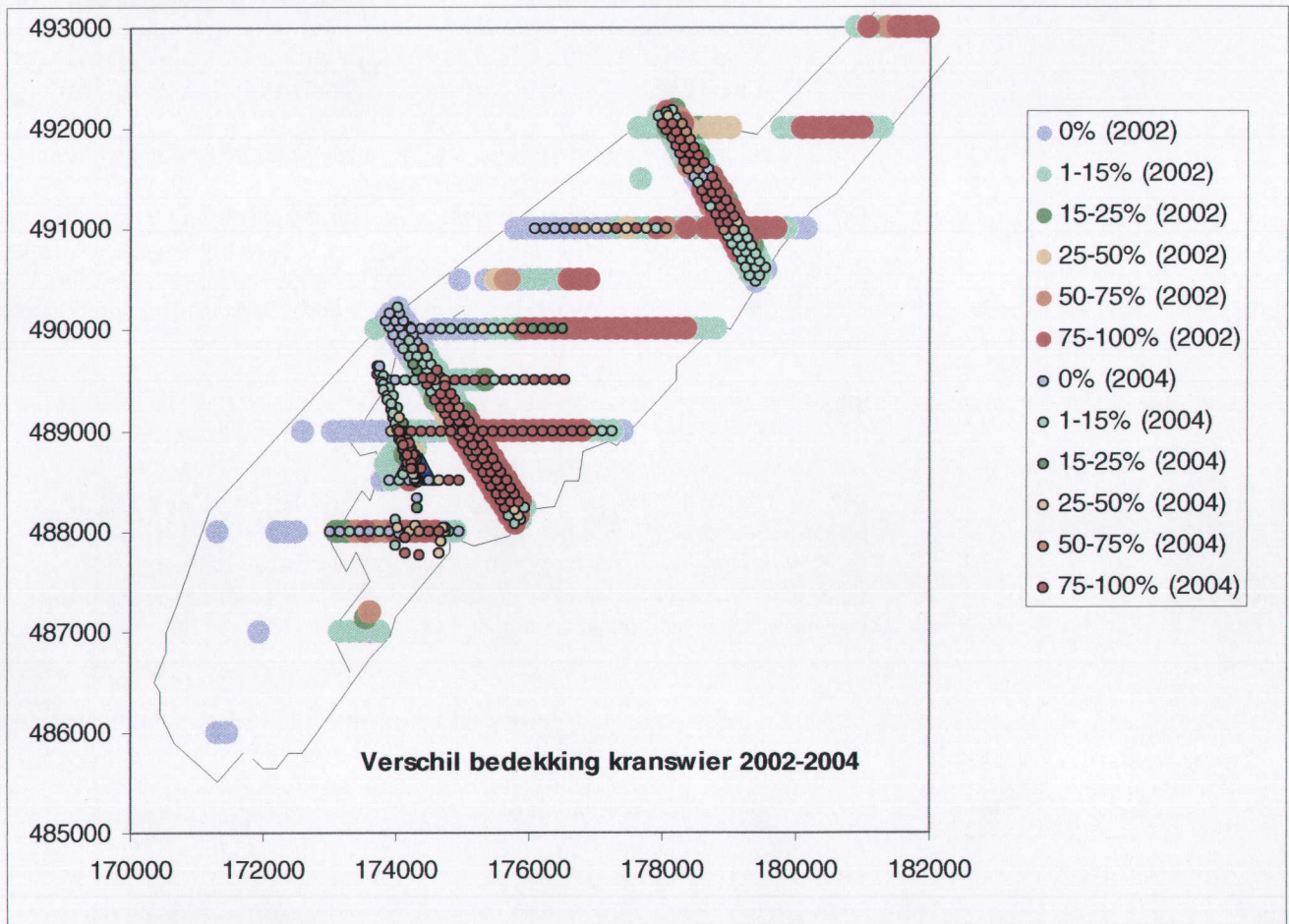
Figuur 3.4a

Bedekking van kranswier (in percentages) langs raaien door het Veluwemeer, opgenomen in 1999 en 2002 (eigen data en de twee NW-ZO geörienteerde MWTL-raaien). De rand van het westelijke deel van het kranswieveld in 2001 (volgens de RDIJ kartering; uitbreiding was vergelijkbaar met die in 1999) is aangegeven met een zwarte lijn, de locatie van proefveld B met blauwe driehoekjes (twee hoekpunten). Op de raaien en in 2002 op aanvullende punten rond de verdiepingsproef is het verschil weergegeven tussen de bedekking in 1999 (grote cirkels zonder zwarte rand) en 2002 (kleine cirkels met zwarte rand), het eerste jaar van de bedekkingsproef. Van 2001 op 2002 had het veld zich uit de diepere delen teruggetrokken. Proefvak B lag toen nog net binnen het veld.



Figuur 3.4b

Bedekking van kranzwier (in percentages) langs raaien door het Veluwemeer, opgenomen in 2002 en 2004 (eigen data en MWTL raaien). De rand van het westelijke deel van het kranzwierveld in 2001 (volgens de RDIJ kartering) is aangegeven met een zwarte lijn, de locatie van proefveld B met blauwe driehoekjes (twee hoekpunten). Op de raaien en op aanvullende punten rond de verdiepingsproef is het verschil weergegeven tussen de bedekking in 2002 (grote cirkels zonder zwarte rand en 2004 (kleine cirkels met zwarte rand). De afname van het veld in de diepere delen van 2001 op 2002 had zich in 2004 gedeeltelijk hersteld ten noorden van proefvak B en op de MWTL raaien, maar aan de zuidzijde had zich juist op de ondiepe delen een nieuwe terugtrekking voorgedaan die ook de dichtheid van kranzwier in het referentievak had beïnvloed. Ook in het middendeel, tussen de beide MWTL-raaien, leek de situatie minder gunstig.



3.4 Resultaten kranswier

Bij het meten van de bedekkingen bleek dat in alle jaren sprake was van relatief hoge bedekkingen langs de randen van de vakken. Dat kan zijn veroorzaakt zijn doordat:

- 1) metingen beginnen op de rand van de verdieping aan de ondiepe kant (2002 en 2003)
- 2) delen van de vakken aan de diepe kant voor verdieping al dieper waren dan de beoogde 150 cm en dus in effect niet zijn verdiept (m.n. 2003)
- 3) kolonisatie langs de randen van de vakken vanuit de omliggende vegetatie plaatsvond (2003 en 2004).

Deze effecten zijn bij de vergelijkingen zoveel mogelijk vermeden door de randen van de velden, ter breedte van 6 meetpunten (wel weergegeven in de figuren van bijlage 1; uitgesloten van de berekeningen is dus een rand ter breedte van 6 kruispunten in het weergegeven grid), in die berekeningen niet mee te nemen.

2002

In 2002, d.w.z. het zelfde seizoen als waarin begin april de verdiepingen waren aangebracht, werd gedurende de zomer in de verdiepte vakken kranswier in zeer lage bedekkingen aangetroffen (<10%). Daarbij was er alleen bij de opname uit het begin van het seizoen een verschil tussen de drie vakken; de dichtheden in het vak waar sporen waren gezaaid waren toen hoger dan die in de andere twee verdiepte vakken (tabel 3.1). Duidelijke randeffecten waren bovendien zichtbaar langs de ondiepe zijde (bijlage 1.1).

2003

In 2003 werden bedekkingen bereikt van 55-70%, terwijl in het onverdiepte vak, een bedekking van 100% gemeten werd. Binnen de verdiepte vakken werden de hoogste bedekkingen gemeten in vak B3, het vak waar sporen gezaaid waren. De dichtheden in de andere twee verdiepte vakken waren onderling vergelijkbaar. De piekdichtheid in week 29 was zelfs lager in het vak waar de toplaag was teruggelegd.

De patronen van de bedekkingen binnen de vakken waren zodanig dat de verschillen tussen de vakken het kleinst waren op de plaatsen waar de vakken aan elkaar lagen (bijlage 1.2). Met andere woorden: met betrekking tot de verhoogde dichtheden langs de randen gedroegen de drie aaneensluitende vakken zich als één vak; langs de randen die grensden aan een ander verdiept vak was geen sprake van verhoogde dichtheden. Vooral aan de zuidoostkant (maar ook aan de zuidwestrand van vak 1 en de noordostrand van vak 3) waren de dichtheden langs de rand sterk verhoogd. Omdat dat in 2002 aan de ondiepe kant minder en aan de zijanten helemaal niet zo was betekent dit waarschijnlijk dat de dichtheden in de vakken worden beïnvloed door kolonisatie vanuit de omgeving. De bedekkingspiek in het centrum van vak 3 niet aan te sluiten bij het algemene patroon van kolonisatie vanuit de randen. In dit vak zijn sporen gezaaid in/vanuit het centrum (vergelijk bijlage 1.2.2. met figuur 2.2), waaraan de verhoogde dichtheid zou kunnen worden toegedacht.

Terwijl in het onverdiepte vak de bedekking tijdens alle drie de opnameweken hoog was, waren de bedekkingen in de verdiepte vakken tijdens de eerste en laatste week aanzienlijk lager dan bij de middelste opname. Hierdoor was in de verdiepte vakken sprake van een sterker gepiekt, en dus gemiddeld korter groeiseizoen.

Tabel 3.1

Gemiddeld bedekkingspercentage van kranswier per vak en per opname van de drie proefjaren (randzone van de buitenste zes meetpunten niet meegenomen). Bij vak 4 in 2002 is tussen haakjes de dichtheid weergegeven exclusief een wellicht kunstmatig veroorzaakte dwarsband van lage dichtheden (bootspoor? Zie bijlage 1.1).

	Week 24	Week 29	Week 34
2002			
Vak 1	5.8	6.6	1.0
Vak 2 (+toplaag)	4.5	3.9	2.0
Vak 3 (+sporen)	15.6	6.2	1.3
Vak 4 (referentie)	92.1 (93.3)	-	51.8 (89.4)
Buiten, 150 cm	60	50	40
2003			
Vak 1	19.0	63.7	32.8
Vak 2 (+toplaag)	19.0	55.6	43.2
Vak 3 (+sporen)	21.9	72.2	54.2
Vak 4 (referentie)	95.5	100.0	95.0
Buiten, 150 cm	60	95	70
2004			
Vak 1	-	85.7	71.6
Vak 2 (+toplaag)	-	89.9	82.0
Vak 3 (+sporen)	-	93.0	95.0
Vak 4 (referentie)	57.7	40.9	15.6
Buiten, 150 cm		95	90

2004

In 2004 werden over grote delen van de verdiepte vakken kranswierbedekkingen van 100% bereikt. Alleen aan de zuidoostkant was de bedekking aanzienlijk lager dan in de voorgaande jaren, toen de bedekking aan die zijde juist verhoogd was (vergelijk bijlage 1.2 en 1.3). Deze lage bedekking was een voortzetting van de lage bedekkingen op de aansluitende ondiepte, waar in tegenstelling tot in voorgaande jaren nu nauwelijks planten stonden. Deze verlaging sloot aan bij de zeer lage dichtheden op de ondiepte ten zuidoosten van het proefveld (figuur 3.4).

Lokaal werd de bedekking in delen van de vakken verlaagd door overschaduwning door andere waterplanten, met name in het geval van een dicht veld Doorgroeid Fonteinkruid in vak 1 (zie par. 3.4).

De relatief hoge bedekkingen in vak 3 (sporen gezaaid) lijken gezien het ruimtelijke beeld, niet meer terug te voeren te zijn op de nabehandeling, maar op (1) het feit dat de bedekking door kranswier in het aansluitende gebied aan die zijde nog redelijk goed was (zie figuur 3.4b) en (2) op een lagere dichtheid van hogere planten. Afgezien van deze effecten waren er geen duidelijke verschillen in de kranswierbedekking tussen de drie verdiepte vakken. Om te onderzoeken of het dichtheidsverloop samenhang met een verloop in de soortensamenstelling van het kranswier (de planten aan de ondiepere zuidoostzijde waren lager en oogden minder vitaal) zijn determinaties uitgevoerd waaruit bleek dat in de ondiepe kant *Chara contraria* overheerste, aan de diepere noordwestzijde *Chara globularis* (tabel 3.2).

In het onverdiepte referentievak, waar in de twee voorgaande jaren 100% bedekking gemeten was, waren de bedekkingen nu veel lager. De gemiddelde waarde was zelfs aanzienlijk lager dan die in de verdiepte vakken. Ook dit is in overeenstemming met het nagenoeg ontbreken van kranswieren op de aansluitende ondiepte aan de zuidoostkant. Alleen in de westelijke hoek van het referentievak en op een diagonale band die zich ongeveer op de rand van de helling bevindt (figuur 3.1b), waren de bedekkingen hoog. In de overige delen van het vak kwamen wel kranswieren op, maar de bedekkingen waren daar bij de tweede opname afgenomen tot minder dan 20% (figuur 3.5).

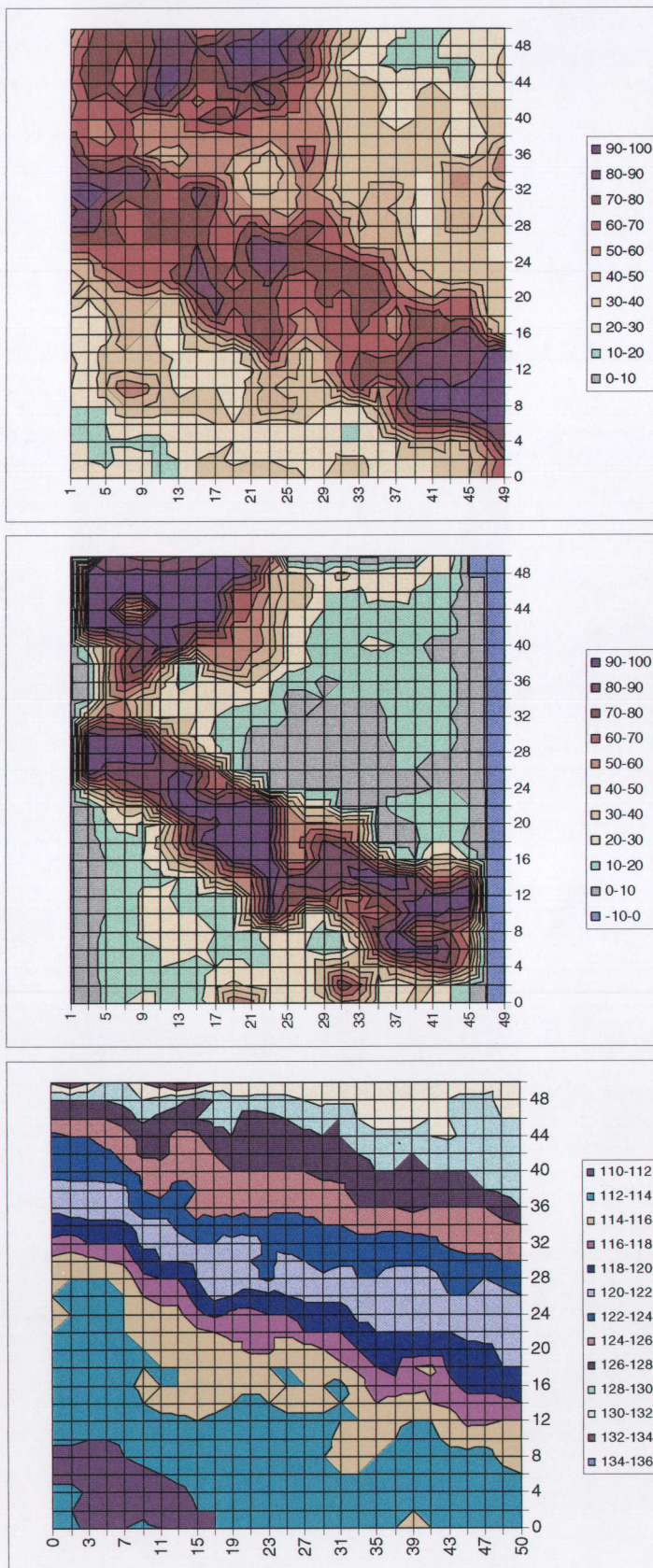
Tabel 3.2

Soortensamenstelling van de kranwierbegroeiing over de dieptegradient van de verdiepte vakken in 2004. +/- = slechts enkele planten, + = kleine aandeel, ++ = groot aandeel, +++ = overheerst.

	Ondiep ZO	Midden	Diep ZW
Chara contraria			
Vak 1	+++	+++	++
Vak 2	+++	+++	+
Vak 3	+++	++	+
Chara globularis			
Vak 1	+	+	++
Vak 2	+/-	+	+++
Vak 3		++	+++
Chara aspera			
Vak 1	+	++	++
Vak 2		+/-	+/-
Vak 3		+/-	

Figuur 3.5

Bedekkingspatroon in het onverdiepte referentievak in 2004 (boven week 24, midden week 29) vergeleken met het diepteverloop (onder). Legenda in bedekkingspercentages (boven en midden; blauw = geen data) en in cm gemeten waterdiepte bij zomerpeil (onder)

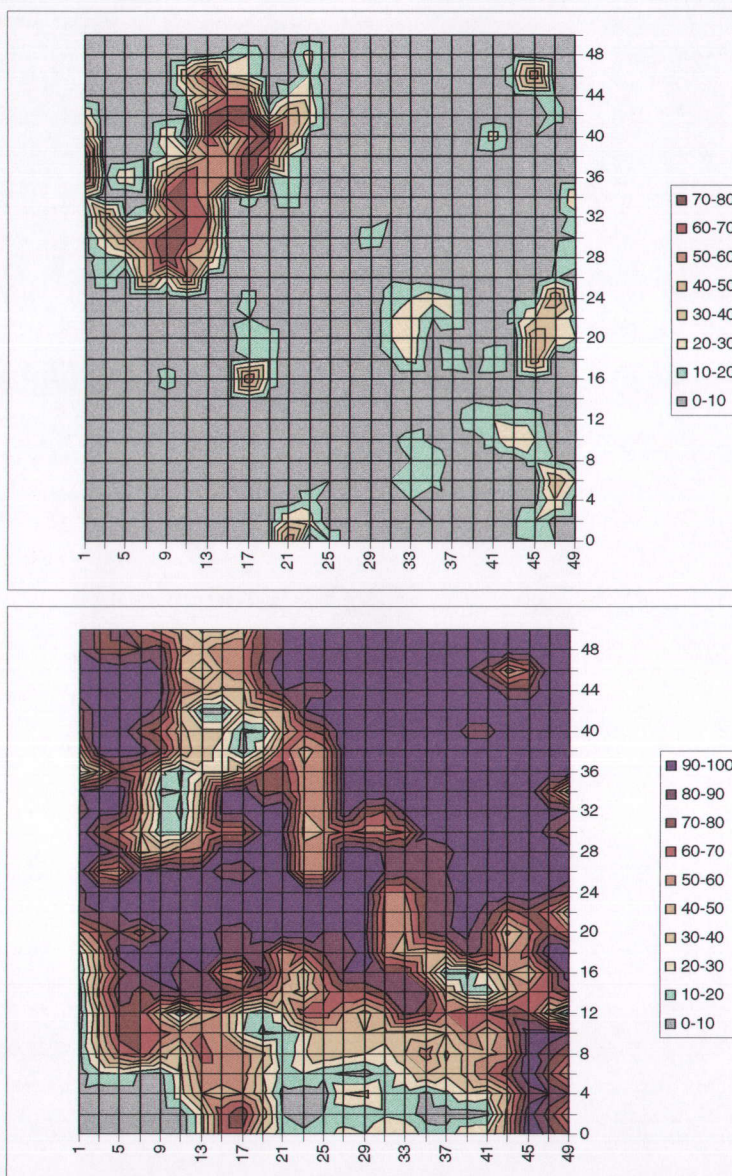


3.5 Resultaten hogere waterplanten

In de vakken zijn naast kranwier ook enkele andere waterplantensoorten aangetroffen: met name Doorgroeid Fonteinkruid, Schedefonteinkruid, Tenger Fonteinkruid, Aarvederkruid, draadwier en darmwier. In 2004 zijn alleen de bedekkingsschattingen van Doorgroeid Fonteinkruid en Aarvederkruid bruikbaar, omdat de andere soorten door slecht doorzicht nauwelijks herkenbaar waren tussen het kranwier. Met name de dichtheid van Doorgroeid Fonteinkruid was veel hoger dan die in het referentievak. Omdat het referentievak ondieper was dan de verdiepte vakken voor verdieping, is ook een schatting gemaakt van de aansluitende bedekking van Doorgroeid Fonteinkruid buiten het proefveld op 150-250 cm diepte. Dan blijkt dat de bedekking in de vakken in 2004 hoger was (tabel 3.3). Omdat bij hogere waterplanten meestal geen sprake is van een aaneengesloten veld en vanwege de relatief lage bedekkingen bij geringere diepte zijn er geen randeffecten. Voor de in tabel 3.3 gepresenteerde dichtheden is daarom steeds het volledige proefvak gebruikt.

Figuur 3.6

Bedekkingsspatroon van Doorgroeid Fonteinkruid in vak B1, week 34, 2004, met daarin de meest omvangrijke en dichte concentratie in het proefveld, en het corresponderende bedekkingsspatroon van kranwier (onder). Legenda in bedekkingpercentages.



Tabel 3.3

Gemiddelde bedekkingspercentage van Doorgroeid Fonteinkruid in de vakken en op 150-250 cm diepte buiten de vakken.
N.B.: Bedekkingspercentages in 2003 wijken af van waarden die zijn gepresenteerd in Noordhuis & Kolen 2003. Deze waarden waren veel te hoog door een elementaire fout in de berekeningen.

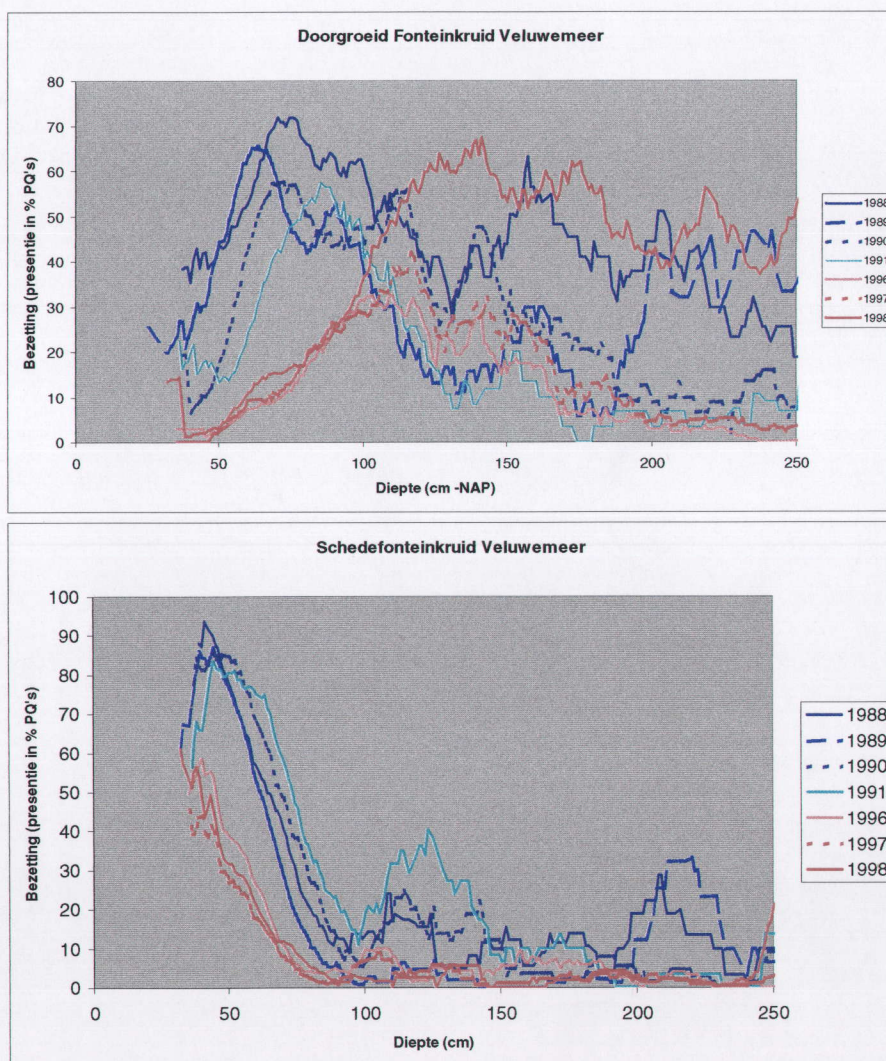
	2003			2004		
	Week 24	Week 29	Week 34	Week 24	Week 29	Week 34
Vak 1	0.47	0.69	0.39	-	5.70	9.75
Vak 2	0.05	0.20	0.25	-	1.80	2.03
Vak 3	0.20	-	0.33	-	4.20	3.89
Vak 4	0.02	0.01	0.02	0.17	0.07	0.21
Buiten	0.33	0.29	0.46	-	0.87	1.19

Doorgroeid Fonteinkruid heeft zich in de jaren negentig, waarin het kranswier zich vanuit de ondiepten sterk uitbreidde, naar dieper water teruggetrokken. (figuur 3.7a). Schedefonteinkruid concentreert zich in delen van het Veluwemeer met een relatief geringe diepte.

Analyse

Figuur 3.7

Verloop van de gemiddelde bezetting van de RDIJ meetpunten door Doorgroeid Fonteinkruid en Schedefonteinkruid in het gehele Veluwemeer over de diepte, in een aantal jaren verspreid over de jaren 90.



Tabel 3.4

Gemiddelde bedekking van Schedefonteinkruid in de vakken en op 150-250 cm diepte buiten de vakken.
N.B.: Bedekkingspercentages in 2003 wijken af van waarden die zijn gepresenteerd in Noordhuis & Kolen 2003. Deze waarden waren veel te hoog door een elementaire fout in de berekeningen. De data uit 2004 zijn niet bruikbaar omdat het zicht in dat jaar te slecht was om de soort goed te kunnen herkennen.

	2003			2004		
	Week 24	Week 29	Week 34	Week 24	Week 29	Week 34
Vak 1	0.00	0.02	0.25	-	-	-
Vak 2	0.00	0.09	0.12	-	-	-
Vak 3	0.00	0.00	0.11	-	-	-
Vak 4	0.01	0.00	0.01	-	-	-
Buiten	0.04	0.13	0.13	-	-	-

Tabel 3.5

Gemiddelde bedekking van Aarvederkruid in de vakken en op 150-250 cm diepte buiten de vakken.
N.B.: Bedekkingspercentages in 2003 wijken af van waarden die zijn gepresenteerd in Noordhuis & Kolen 2003. Deze waarden waren veel te hoog door een elementaire fout in de berekeningen.

	2003			2004		
	Week 24	Week 29	Week 34	Week 24	Week 29	Week 34
Vak 1	0.05	0.04	0.27	-	0.57	1.75
Vak 2	0.01	0.06	0.16	-	0.43	1.57
Vak 3	0.01	0.00	0.29	-	0.42	1.09
Vak 4	0.05	0.01	0.09	0.13	0.12	0.11
Buiten	0.29	0.04	0.54	-	0.62	0.88

De dichtheden van Aarvederkruid waren in de verdiepte vakken eveneens hoger dan die in het referentievak (tabel 3.5). Ten opzichte van dichtheden op vergelijkbare diepte buiten het proefveld waren de dichtheden in de verdiepte vakken vooral later in het seizoen hoog.