

MONITORING BOVENWATER 2003
- CONCEPT -

GEMEENTE LELYSTAD

WATERSCHAP ZUIDERZEELAND



19 december 2003

Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Doel	3
1.3	Leeswijzer	4
2	Uitgevoerd beheer	5
2.1	Maaibeheer	5
2.2	Waterbeheer	6
2.3	Klachten	7
3	Visstand	8
3.1	Bemonstering	8
3.2	Resultaten	8
3.3	Vergelijking van de resultaten met eerdere visstandopnames	9
3.4	Aanbevelingen voor het beheer als gevolg van de visstandbemonstering	10
4	Vegetatie	11
4.1	Methode	11
4.2	Resultaten	13
5	Fysisch-chemisch	17
5.1	Zwemwaterkwaliteit en doorzicht	17
5.2	Nutriënten en chlorofyl	18
5.3	Fytoplankton analyses	20
6	Water- en stofbalans	22
6.1	Waterbalans	22
6.2	Stofbalans	23
7	Doorzicht	25
7.1	Onderlinge verhouding extincties	25
7.2	UITZICHT	27
7.3	Methode derde Eutoriëringsenquête	28
7.4	Discussie	30
8	Interpretatie	31
8.1	Conclusies deelonderzoeken en waarnemingen	31
8.2	Interpretatie	31
8.3	Aanbevelingen	32

HOOFDSTUK 1 Inleiding

1.1 AANLEIDING

Het Bovenwater is een plas nabij Lelystad die in 1975-1977 is aangelegd ten behoeve van de recreatie (zeilsport). Andere gebruiksfuncties zijn zwemmen (zwemstrand) en thans ook wonen (woonwijk aan het water).

Vanaf de aanleg van de plas zijn waterplanten uitbundig tot groei gekomen. Om de zeilsport mogelijk te maken, is vanaf de beginjaren na aanleg intensief gemaaid. De laatste jaren is men overgegaan tot het "vegen" van de bodem, waarbij de groei van waterplanten preventief voorkomen wordt. Omdat waterplanten hierdoor vrijwel volledig ontbreken, ontstaan er mogelijkheden voor overmatige algengroei. Met name drijfslagen van blauwwieren, die mogelijk giftige stoffen kunnen uitscheiden, ontstaat er overlast en gevaar voor de gezondheid van mens en dier.

In april 2003 heeft ARCADIS in opdracht van de gemeente een beheeradvies gegeven, om deze problemen het hoofd te kunnen bieden. Centraal in dit advies staat het gedeeltelijk laten groeien van waterplanten, door deze op een waterdiepte van 1 meter af te maaien. Voor de realisatie van deze aangepaste vorm van onderhoud is een werkplan bij het beheeradvies opgesteld. In dit werkplan waren verschillende onderdelen opgenomen, variërend van het informeren van de bewoners, het uitvoeren van een visstandbemonstering, maar ook het monitoren van de ontwikkeling van de vegetatie. Het totale werkplan is weergegeven in bijlage 2. De gemeente Lelystad en het waterschap Zuiderzeeland hebben ARCADIS opdracht gegeven voor een tweetal onderdelen van het werkplan:

1. De monitoring van de vegetatie;
2. Evaluatie van het beheer.

Deze rapportage is het verslag van deze twee onderdelen.

1.2 DOEL

Het doel van de monitoring van de vegetatie (doel 1) is het volgen van de ontwikkeling van de plantengroei en op basis daarvan het adviseren van het maaibeheer tijdens de maaiwerkzaamheden

Naast de monitoring van de vegetatie zijn ook andere gegevens van het Bovenwater verzameld. Dit betreft de resultaten van een visstandbemonstering (uitgevoerd door Aqua Terra) en van fysisch-chemisch onderzoek, uitgevoerd door het Waterschap Zuiderzeeland.

Het doel van de evaluatie (doel 2) is het interpreteren van alle verzamelde gegevens in onderlinge samenhang en op basis daarvan een advies te geven over het beheer in de komende jaren.

Foto 4.1

De maaiboot. De messen zijn boven water gehaald om schoon gemaakt te worden.



1.3

LEESWIJZER

In het volgende hoofdstuk wordt eerst op hoofdlijnen aangegeven hoe het beheer van het Bovenwater in 2003 is uitgevoerd. Het betreft het maaibeheer, maar ook enkele andere activiteiten alsmede een overzicht van klachten van bewoners en gebruikers. In dit hoofdstuk wordt ook verwezen naar het advies dat tijdens de werkzaamheden is gegeven (doelstelling 1).

In de hoofdstukken daarna worden eerst verschillende onderdelen van uitgevoerde monitoring en van uitgevoerde deelonderzoeken gepresenteerd en besproken. Het betreft de volgende onderdelen:

- § Visstandbemonstering, uitgevoerd door bureau Aqua Terra (hoofdstuk 3);
- § Vegetatiemonitoring, uitgevoerd door ARCADIS (hoofdstuk 4);
- § Fysisch-chemisch onderzoek, uitgevoerd door Waterschap Zuiderzeeland (hoofdstuk 5);
- § Water- en stofbalansen (hoofdstuk 6);
- § Modellerings van het doorzicht (hoofdstuk 7).

In hoofdstuk Error! Reference source not found. worden alle resultaten uit deze hoofdstukken in onderlinge samenhang geïnterpreteerd. De geconstateerde ontwikkelingen in het Bovenwater worden verklaard en gerelateerd aan het gevoerde beheer. Op basis daarvan worden conclusies getrokken en worden aanbevelingen voor het beheer en het onderzoek gedaan.

HOOFDSTUK 2 Uitgevoerd beheer

2.1 MAAIBEHEER

Maaien

In de onderstaande tabel is aangegeven wanneer er afgelopen jaar (2003) is gemaaid in het Bovenwater. Het maaien is begonnen in de tweede week van mei, in week 19. Er is gemaaid tot eind juli (week 30). De waterplanten zijn op circa één meter onder de waterlijn gemaaid. Op die manier vormen de aanwezige waterplanten geen belemmering voor de zeilbootjes. In Tabel 2.1 is weergegeven wanneer er is gemaaid en hoe intensief.

Tabel 2.1

Duur van het maaien in 2003 op het Bovenwater

Week	Activiteit of ontwikkeling m.b.t. maaien
19 (5 mei)	Start maaien
20	Waterplanten aanwezig
21	8 uur maaien
22	32 uur maaien
23	40 uur maaien
24	32 uur maaien
25	40 uur maaien
26	32 uur maaien
27	16 uur maaien
28	46 uur maaien
29	40 uur maaien
30	40 uur maaien + 8 uur duwboot

Het is niet exact bekend wanneer de maaiboot waar heeft gemaaid. Wel is bekend dat in de zuidoost-lob één maal is gemaaid. In de noord-oost hoek is twee keer gemaaid. Er is begonnen aan de Knardijkzijde. Enkele gedeelten zijn helemaal niet gemaaid. Dit is weergegeven in het kaartje van Figuur 2.1.

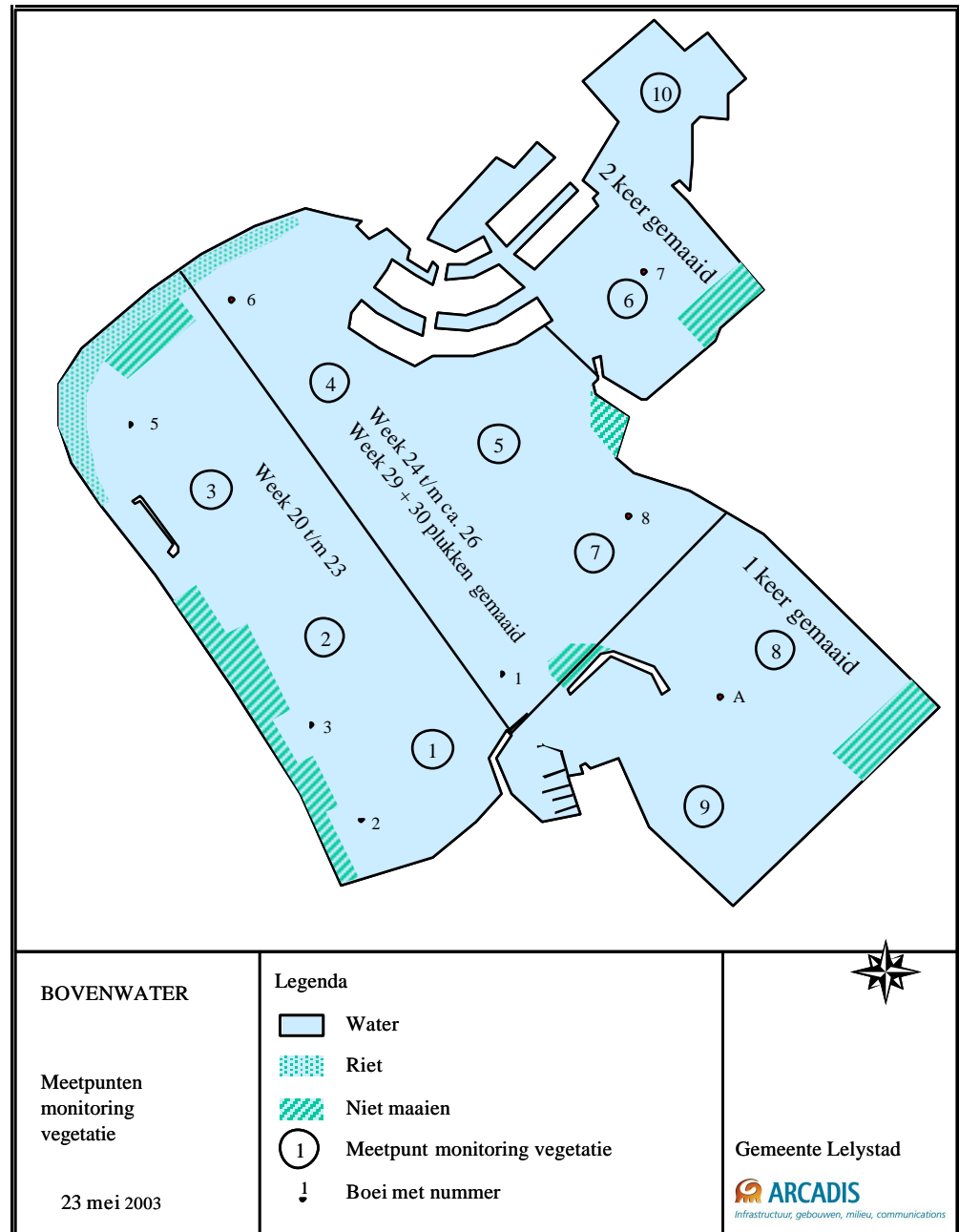
Het maai-beheer zoals hierboven beschreven is mede gebaseerd op basis van de uitgevoerde opnamen van de vegetatie. In hoofdstuk 4 wordt uitgebreid verslag gedaan van dit onderzoek. Het advies dat tijdens de maaiwerkzaamheden is afgegeven, is samengevat in bijlage 3.

Afvoeren maaisel

Het maaisel is aanvankelijk niet afgevoerd. Aan het eind van het maaiseizoen bleek veel maaisel zicht langs de oever van de Knardijkzijden op te hopen. Dit maaisel is toen op de kant gezet. Bij deze werkzaamheden zijn waarschijnlijk ook een belangrijk deel van de niet-gemaaide planten verdwenen.

Figuur 2.1

Locaties en intensiteit
uitgevoerd maaibeheer



2.2

WATERBEHEER

In de periode april/mei is er nog water ingelaten vanuit de Lage Dwarsvaart. Daarna is een tijdelijke hevelconstructie (zie Error! Reference source not found.) op de Houtribweg geplaatst waarbij water uit het Markermeer kan worden ingelaten. Het Markermeerwater is veel minder rijk aan nutriënten dan het water van de Lage Dwarsvaart in de polder. Er is geen volledig overzicht van de perioden waarin de hevel heeft gefunctioneerd en welke debieten zijn ingesteld. Op basis van eigen constatering en mededelingen is het volgende overzicht te reconstrueren:

§ Hevel functioneert vanaf juni

- § 12 juni: de hevel is in werking met een zeer laag debiet.
- § 14 juli: het vacuüm was weggevallen en werd door medewerkers van het waterschap weer ingesteld
- § 7 augustus: de hevel is in werking. Met een emmer en een stopwatch is het debiet ingeschat op 2 l/s (de emmer van 10 liter was in 5 seconden gevuld).
- § 22 augustus: de hevel start hard aan. "Op het oog" geschat op 25 l/s.

2.3

KLACHTEN

Bij de gemeenten komen klachten binnen van gebruikers en bewoners. In Error! Reference source not found. is hiervan een overzicht gegeven.

Tabel 2.2

Overzicht binnengekomen klachten bij de gemeente

Maand	Totaal aantal klachten	Aantal klachten die betrekking hebben op blauwalgen
Mei	1	0
Juni	9	1
Juli	10	4
Augustus	3	1
September	0	0
Oktober	1	0

Foto 2.2

Blauwalgen langs de oever van de Knardijk-zijde.



HOOFDSTUK 3 Visstand

Dit hoofdstuk vormt een samenvatting van het rapport 'Bemonstering van de visstand in het Bovenwater te Lelystad van AquaTerra. Voor detail informatie wordt naar dit rapport verwezen (AquaTerra, 2003).

3.1 BEMONSTERING

Op 24 en 25 april 2003 is het Bovenwater kwantitatief bemonsterd met behulp van een zegen, kuil en elektrovisapparaat.

Na de vangst zijn de vissen gesorteerd in soort -en lengtegroepen, geteld en gemeten. Vervolgens is de totale visstand berekend en getoetst.

Ten tijde van de bemonstering was het water zeer helder, het doorzicht was meer dan een meter.

3.2 RESULTATEN

Het totale visbestand wordt geraamd op ruim 115 kilogram per hectare. Dit is een vrij laag bestand voor een dergelijk water. De voornaamste soorten zijn brasem, blankvoorn en karper. In aantallen zijn ook baars en pos belangrijk. Karpers komen niet in grote aantallen voor maar door hun hoge stuksgewicht is de biomassa van het bestand wel van belang.

Er wordt echter verondersteld dat het werkelijke visbestand hoger is dan de geraamde 115 kilogram per hectare. Naar verwachting zal het bestand niet boven de 200 kilogram per hectare uitkomen. Vooral karper en grote brasem zijn waarschijnlijk wat lager geschat dan in werkelijkheid aanwezig.

De aangetroffen verhouding predator-prooi geeft aan dat de roofvis in staat is invloed uit te oefenen op het bestand aan kleine (planktivore) vis.

In het Bovenwater wordt geen zwaar visbestand gevonden. Wel wijst de goede conditie en de (zeer) grote afmetingen die de brasems bereiken, op zeer goede voedselomstandigheden. Het lijkt er dan ook op dat de visstand niet gestuurd wordt door de beschikbaarheid aan voedsel. Waarschijnlijk wordt de omvang van de visstand beperkt door predatie door roofvis en aalscholvers. Door de periodieke helderheid kunnen de aalscholver uit de nabijgelegen broedkolonie succesvol foerageren en daarmee grote invloed uitoefenen op de visstand. Bewoners geven ook aan dat de plas veelvuldig door groepen aalscholvers bezocht wordt. De afwezigheid van brasem kleiner dan 25 cm wijst ook op een sterke predatie.

Foto 3.3

Karper



3.3

VERGELIJKING VAN DE RESULTATEN MET EERDERE VISSTANDOPNAMES

In 1992 en 1997 is door de OVB een visstandbemonstering uitgevoerd (OVB 1992, OVB 1997). Hoewel deze bemonsteringen geen volledig inzicht in de omvang van de visstand geven, wordt wel duidelijk dat ook toen geen zware bestanden aanwezig zijn. In 1992 werd in 2 dagen 420 kilogram vis gevangen en in 1997, bij een hogere vangstinspanning, 820 kilogram. Nu is dat 650 kilogram, echter bij een veel lagere vangstinspanning (met de kuil wordt een geringer oppervlak bemonsterd dan met een grote zegen). Het lijkt erop dat het bestand aanmerkelijk toegenomen is. Zeker is dit niet omdat zoals gezegd de vorige bemonsteringen niet kwantitatief uitgevoerd zijn en gezien het tijdstip van de uitvoering (winter) er concentraties van vis kunnen zijn die niet bemonsterd zijn.

Ook de samenstelling van de vangst verschilt sterk. Vooral snoek en baars zijn nu veel minder gevangen dan in 1997. Toen bestond 25% van de vangst uit snoek en 7% uit baars. Nu is dat 7 en 2,5%. Dit kan het gevolg zijn van het rigoureuze verwijderen van de waterplanten. Beide vissoorten zijn vooral de eerste jaren afhankelijk van de aanwezigheid van waterplanten.

De aangetroffen vissoorten komen nagenoeg overeen met de laatste bemonstering in 1997. Alleen kolblei is als nieuwe soort toegevoegd, echter er zijn slechts 6 exemplaren gevangen zodat dit ook op toeval kan berusten. Evenals in de vorige bemonsteringen zijn ook nu geen graskarpers gevangen. De gevangen karpers waren gezien hun uiterlijk deels afkomstig van uitzetting (in 1994) en deels van een natuurlijk bestand. De spiegelkarpers zijn vrijwel zeker van de uitzetting.

Ook bij de vorige bemonsteringen was sprake van een onevenwichtige opbouw van de brasempopulatie. Bij alle bemonsteringen bestaat het grootste deel van de populatie uit één groep van 25-35 cm (1992 en 2003) of 15-21 cm (1997) en een kleine populatie kleine (eenjarige) en zeer grote dieren. De geringe doorgroei van de groep 15-35 cm naar grotere vissen zal te maken hebben met predatie door aalscholvers en indirecte sterfte door beschadiging en/of stress. Meerdere malen zijn veel dode vissen gevonden nadat de plas intensief door aalscholvers bezocht werd (mondelinge informatie bewoners en de heer Etmans van de gemeente Lelystad).

3.4

AANBEVELINGEN VOOR HET BEHEER ALS GEVOLG VAN DE VISSTANDBEMONSTERING

De aanwezige visstand zal slechts een gering effect op de helderheid van het water uitoefenen. Er is nauwelijks kleine, planktivore vis aanwezig zodat de graasdruk op het zoöplankton gering is. Het bestand aan bodemwoelende vis is met meer dan 100 kilogram per hectare weliswaar hoog (50 kilogram wordt als grens gezien waarboven plantengroei gehinderd wordt) maar bestaat voornamelijk uit een gering aantal zeer grote exemplaren. Bovendien wordt een matige onderdrukking van de vegetatieontwikkeling juist voorgestaan. Een ingreep op de visstand is op dit moment niet nodig.

Om de roofvisstand te stimuleren wordt aanbevolen een deel van de vegetatie niet te bestrijden. Dit wordt tevens aanbevolen om de nutriënten vast te leggen en zo algenbloei te onderdrukken (Arcadis 2003).

AquaTerra geeft in haar onderzoek aan dat het voortdurend grondig maaien van de waterplanten vis de gelegenheid geeft voedsel in de bodem te zoeken. Dit is mogelijk de oorzaak van de toename van de visstand. Bij voortdurende van deze intensieve plantenbestrijding zal naar verwachting het bestand gaandeweg verder toenemen. Uiteindelijk wordt een niveau bereikt waarbij het systeem omslaat naar een permanent troebel meer zonder waterplanten. In dit troebele meer kunnen aalscholvers en roofvissen minder succesvol prederen hetgeen een extra recrutering van vis tot gevolg heeft. Reden te meer om voorzichtig te zijn met het rigoureuus afmaaien van alle waterplanten.

HOOFDSTUK

4 Vegetatie

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken van de monitoring van de vegetatie, uitgevoerd door ARCADIS.

4.1

METHODE

Gedurende het groeiseizoen heeft er sinds 23 mei negen keer een vegetatiebemonstering plaatsgevonden. Er was bij aanvang van het groeiseizoen uitgegaan van nog twee extra bemonsteringen in september. Eind augustus bleken er echter nog nauwelijks waterplanten aanwezig waardoor deze twee bemonsteringen zijn komen te vervallen.

Op onderstaande dagen heeft er een bemonstering plaatsgevonden:

- § vrijdag 23 mei
- § maandag 2 juni
- § donderdag 12 juni
- § maandag 23 juni
- § donderdag 3 juli
- § maandag 14 juli
- § donderdag 24 juli
- § donderdag 7 augustus
- § donderdag 22 augustus.

Locaties

Er is bemonsterd op vaste locaties, zie bijlage 4. Bij aanvang van de bemonstering waren negen locaties bemonsterd. Vanaf 12 juni is locatie 10 toegevoegd.

Foto 4.4

Vegetatie-opnamen in de praktijk



Wijze van bemonstering

Er is zoveel mogelijk getracht op dezelfde locaties te bemonsteren aan de hand van de kaart met monsterlocaties (van bijlage 4). Met een motorbootje van de gemeente Lelystad werd naar de monsterlocatie gevaren waar het anker werd neergelaten om afdrijving te voorkomen. Ter plaatse van de motorboot werden verschillende steekproeven snorkelend uitgevoerd naar de aanwezigheid van waterplanten. Op die manier is de bedekkingsgraad van de waterplanten ingeschat. De verschillende soorten werden gedetermineerd en de lengte werd bepaald. Vanaf 12 juni is het doorzicht per monsterlocatie bepaald met behulp van een meetstok (in plaats van een secchi-schijf).

Analyse van de resultaten

Alle (onbewerkte) gegevens zijn in één overzichtstabel gepresenteerd. Eerst is onderzocht welke soorten waterplanten op welke locaties in het Bovenwater voorkomen. Hierbij is een onderscheid gemaakt in drie hoofdgroepen:

- § Smalbladige fonteinkruiden, waaronder Schedefonteinkruid, Smalbladig fonteinkruid en Zannichellia;
- § Gekroesd fonteinkruid;
- § Kranswieren.

Tevens is een onderscheid gemaakt in het veel of weinig voorkomen van smalbladige fonteinkruiden. Hierbij is de grens van veel naar weinig gesteld op een bedekkingsgraad van meer dan 50%.

VOORKOMEN HOOFDGROEPEN

RELATIE BEVAARBAARHEID

De gegevens zijn verder als volgt geanalyseerd. Eerst is een analyse uitgevoerd naar het voorkomen van waterplanten in relatie tot bevaarbaarheid. Hiervoor is een tiental klassen geformuleerd op basis van de totale bedekking van lage en hoge waterplanten. De tien klassen zijn in Tabel 4.3 weergegeven. Hoge waterplanten zijn planten waarvan de maximale hoogte minder dan 1 meter beneden het wateroppervlak komt. Lage waterplanten groeien niet hoger dan 1 meter beneden het wateroppervlak. De grens van 1 meter beneden het wateroppervlak is gekozen vanwege de relatie met de bevaarbaarheid. Bij de bedekking is onderscheid gemaakt tussen 0-10% (geen), 10-50% (matig) en 50-100% (veel). Bij klasse 5 zijn de eerste twee ranges samengenomen (0-50%: weinig). Deze tien klassen vormen een tussenbeoordeling per locatie per datum. Iedere locatie heeft voor iedere monsterdatum een tussenbeoordeling gekregen.

Tabel 4.3

Klasse-indeling vegetatie voor de tussenbeoordeling

Klasse en kleur-codering	Hoeveelheid hoge waterplanten (bevaarbaarheid minder dan 1m)	Bedekking overige waterplanten
1	Geen waterplanten	n.v.t.
2	Weinig hoge waterplanten	geen
3		matig
4		veel
5	Matig hoge waterplanten	weinig
6		veel
7	Veel hoge waterplanten	
8	Geen hoge waterplanten	geen
9		matig
10		veel

EINDOORDEEL PLANTENGROEI

Iedere locatie heeft vervolgens, op basis van de tussenbeoordeling over de hele onderzoeksperiode, één eindbeoordeling gekregen. De klasse-indeling van de eindbeoordeling is in Tabel 4.4 weergegeven. De eindbeoordeling per locatie is op de kaart weergegeven.

Tabel 4.4

Klassen en codering voor de eindbeoordeling

Kleurcode	Omschrijving
	Groei van hoge waterplanten groei matig bestreden
	Groei van hoge waterplanten met maaien goed bestreden
	Alleen lage planten en/of weinig hoge planten
	Geen waterplanten van betekenis

4.2

RESULTATEN

Alle (onbewerkte) gegevens zijn weergegeven in bijlage 5. Hierin vallen de volgende zaken op:

- § In totaal zijn er in de zomer van 2003 zes verschillende soorten/groepen aangetroffen in het Bovenwater; te weten, smalbladig fonteinkruid, gekroesd fonteinkruid (*Potamogeton crispus*), schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*), Zannichellia (*Zannichellia palustris*), de kranswieren *Chara vulgaris* en *Chara globularis*. Het onderscheid tussen deze twee soorten wordt in het vervolg van dit rapport niet meer gemaakt.
- § Schedefonteinkruid komt op alle locaties in het Bovenwater voor;
- § Kranswieren ontwikkelen zich pas later in het seizoen. Zij zijn in mei 2003 nog niet aangetroffen, voor het eerst zijn zij op 12 juni aangetroffen

Foto 4.5

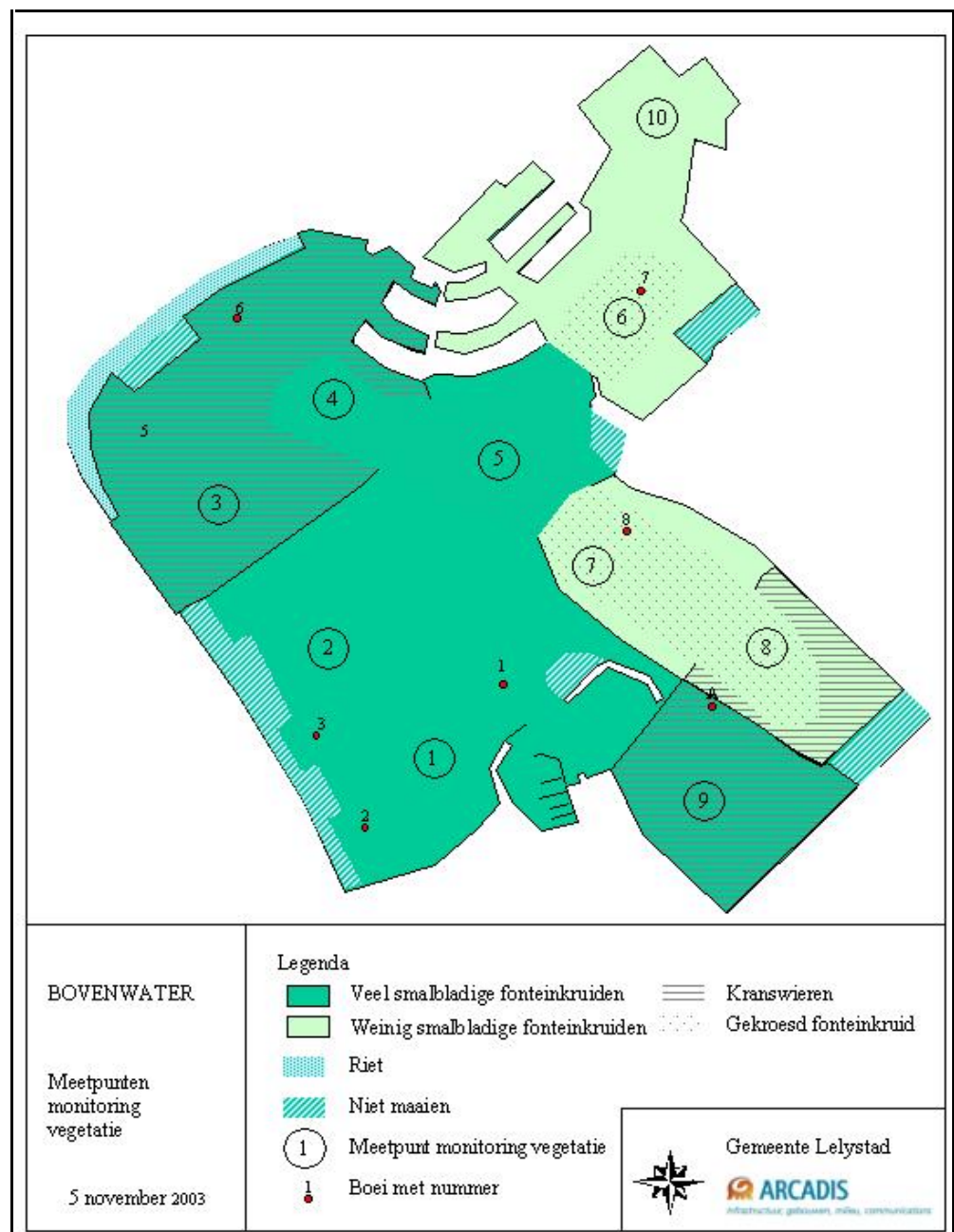
Veld met Kranswier. Bron: RIZA, 1998.



In Figuur 4.2 is een ruimtelijk beeld weergegeven van de hoofdgroepen van waterplanten. De smalbladige fonteinkruiden, (schedefonteinkruid, smalbladig fonteinkruid en zannichellia) zijn hierbij samengevoegd als één hoofdgroep. Zoals al eerder vermeld komen de smalbladige fonteinkruiden, met name schedefonteinkruid in het hele meer voor. Op de locaties 6, 7, 8 en 10 komen de fonteinkruiden alleen in een lage bedekking voor. De kranswieren hebben zich met name ontwikkeld langs de randen van de plas, langs de Markermeerdijk (locatie 3 en 4)) en de zuidoostkant van de plas (locatie 8 en 9). Gekroesd fonteinkruid komt alleen in het midden van het meer plaats (locatie 4, 5, 6 en 7), zelden in grote hoeveelheden.

Figuur 4.2

Verspreiding hoofdgroepen
vegetatie



In Figuur 4.3 zijn de tussenbeoordeling van de analyse van de vegetatie-opnamen gepresenteerd. In figuur Figuur 4.4 zijn de eindbeoordelingen op kaart weergegeven. Hieruit blijkt dat locatie 10, in het noord-oosten van het meer, geen probleem vormt voor de bevaarbaarheid van het meer. Hier zijn in 2003 nauwelijks waterplanten aangetroffen. Dit is ook het diepere deel van het Bovenwater.

De locaties 1, 6 en 7 vormen ook geen problemen voor de bevaarbaarheid van de plas. Hier zijn weinig waterplanten aangetroffen. De hoge waterplanten die zijn aangetroffen kwamen slechts in zeer lage bedekking voor (<10%).

Op de locaties 3, 5 en 8 lijkt het maaien effectief te zijn bestreden; hier komen wel hoge waterplanten voor. Deze planten komen hoofdzakelijk voor bij een matige bedekking (10-40%).

Op de locaties 2, 3 en 9 komen veel hoge waterplanten voor. Op deze delen van de plas is het maaien van waterplanten slechts matig bestreden. Dit kan problemen veroorzaken voor de bevaarbaarheid van dit deel van de plas.

Figuur 4.3

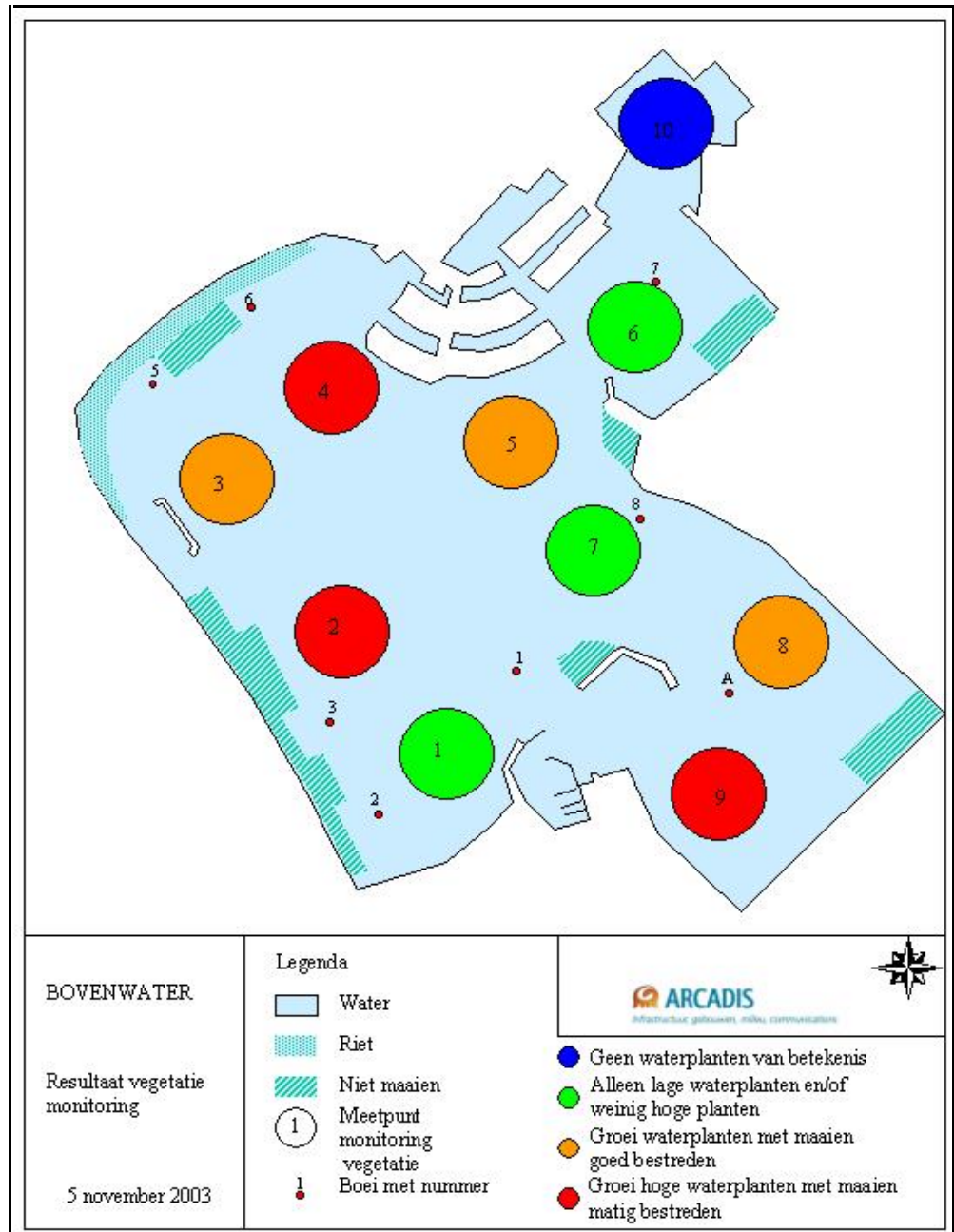
Tussenbeoordeling vegetatie-opnamen

datum	Locatie									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23-5-2003	8	8	4	4	3	8	8	8	9	
2-6-2003	9	5	9	4	5	4	3	4	3	
12-6-2003	8	7	5	5	5	6	8	4	10	2
23-6-2003	3	7	5	7	5	4	3	6	7	2
3-7-2003	2	6	4	7	7	6	6	5	7	2
14-7-2003	1	6	5	7	6	2	2	6	7	6
24-7-2003	2	7	5	4	2	2	2	2	2	2
7-8-2003	2	8	3	3	2	2	1	2	1	2
22-8-2003	1	8	2	1	1	8	1	1	1	2
eindconclusie										

Legenda		
code	Aanwezigheid waterplanten	Bedekking
1	Geen waterplanten	n.v.t.
2	Weinig hoge waterplanten	geen
3		matig
4		veel
5	Matig hoge waterplanten	weinig
6		veel
7	Veel hoge waterplanten	
8	Geen hoge waterplanten	geen
9		matig
10		veel

Figuur 4.4

Kaart met eindbeoordeling
vegetatie-opnamen



HOOFDSTUK 5 Fysisch-chemisch

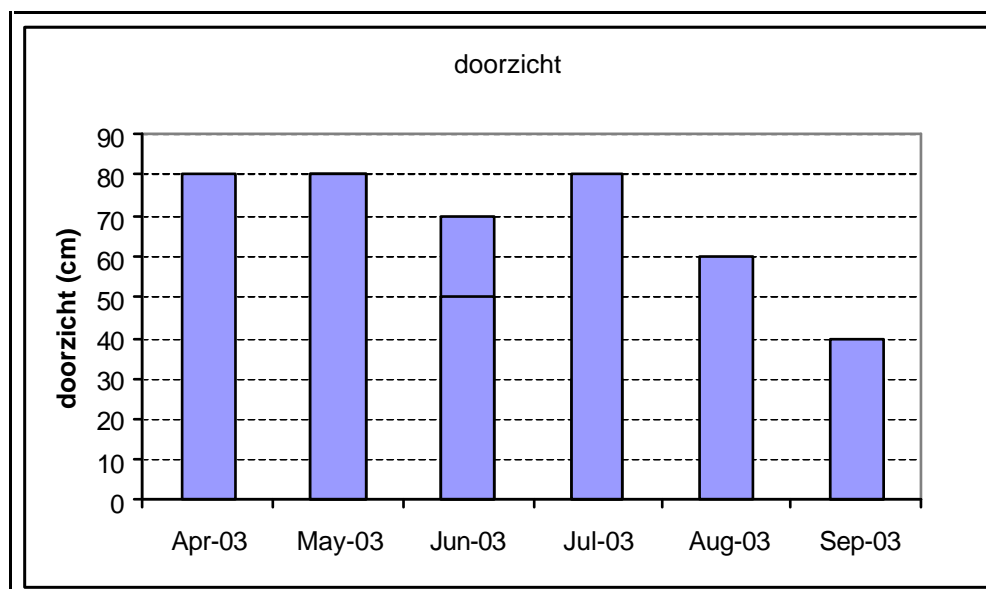
5.1 ZWEMWATERKWALITEIT EN DOORZICHT

Het surfstrand in het Bovenwater is tweewekelijks bemonsterd in het kader van zwemwaterkwaliteitsonderzoek. De zwemwaterkwaliteit was in de afgelopen zomer goed in het Bovenwater, er is nooit onvoldoende gescoord.

Eén van de onderdelen die hierin wordt meegenomen is het doorzicht, zie Figuur 5.5. In de maanden april en mei was het doorzicht bij het Surfstrand groter dan de opgegeven 80 cm. In de loop van de zomer neemt het doorzicht af tot 40 cm.

Figuur 5.5

Doorzicht in zomer 2003 bij het surfstrand in het Bovenwater

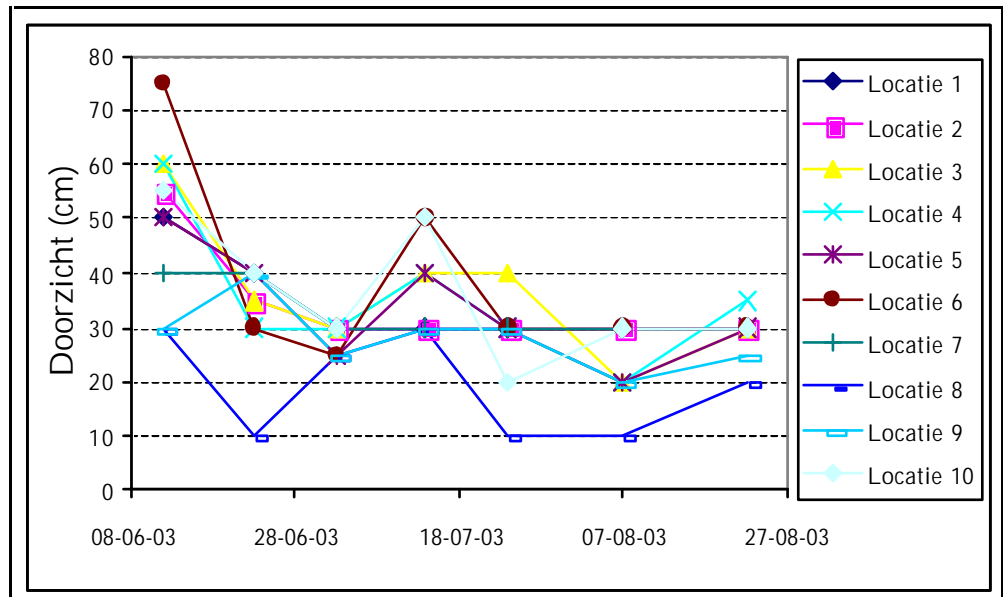


Tijdens de vegetatieopnames is vanaf 12 juni het doorzicht ook op iedere locatie in het meer gemeten (zie bijlage 6). Het resultaat hiervan is opgenomen in Figuur 5.6.

De doorzichtopnames die zijn gedaan tijdens de vegetatieopnames tonen een lager doorzicht dan bij het surfstrand in het kader van het zwemwateronderzoek. Dit kan veroorzaakt worden door de meetmethode. Bij de vegetatie opnames is het doorzicht niet gemeten met een Secchi-schaaf waardoor de metingen waarschijnlijk iets lager zijn uitgevallen.

Figuur 5.6

Doorzicht in Bovenwater op monsterpunten van vegetatie opnamen



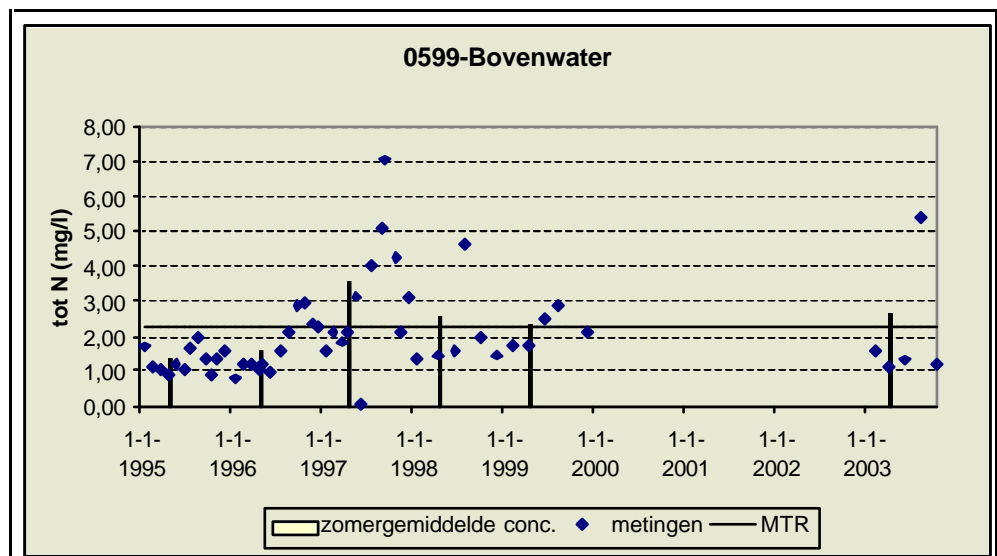
5.2

NUTRIËNTEN EN CHLOROFYL

In het afgelopen jaar is tot nu toe door het waterschap het totaal pakket aan nutriënten vijf maal gemeten. De resultaten van stikstof, fosfaat en chlorofyl zijn weergegeven in Figuur 5.7, Figuur 5.8 en Figuur 5.10. Hierin zijn ook de gegevens van eerdere jaren opgenomen. Uit deze metingen blijkt dat de nutriëntconcentraties over het algemeen laag zijn, een uitzondering hierop is de maand augustus. Het chlofoylgehalte vertoont in de maanden juli, augustus en september relatief hoge waarden.

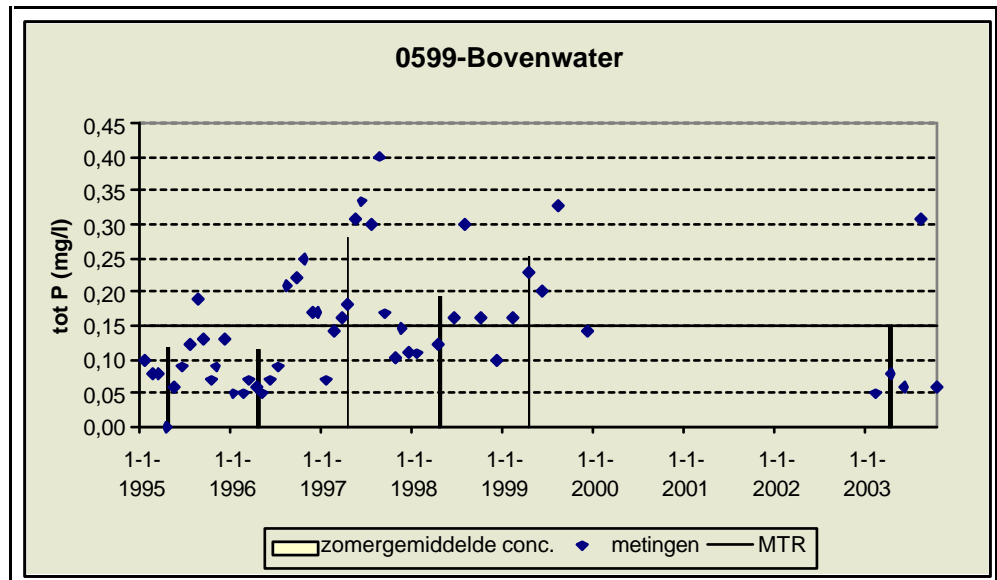
Figuur 5.7

Stikstofconcentratie in het Bovenwater



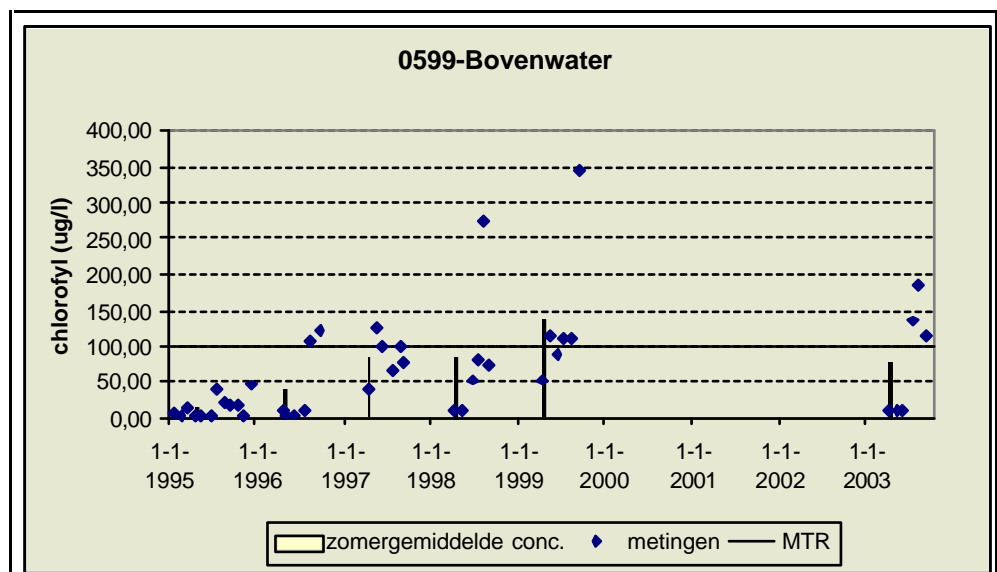
Figuur 5.8

Fosfaatconcentraties in het Bovenwater



Figuur 5.9

Chlorofyl-a concentraties in het Bovenwater



De MTR-norm wordt getoetst op de zomergemiddelde concentratie. In Tabel 5.5 zijn de zomer- en jaargemiddelde concentraties van stikstof, fosfaat en chlorofyl weergegeven. Alleen het stikstofgehalte overschrijdt de MTR-norm.

Tabel 5.5

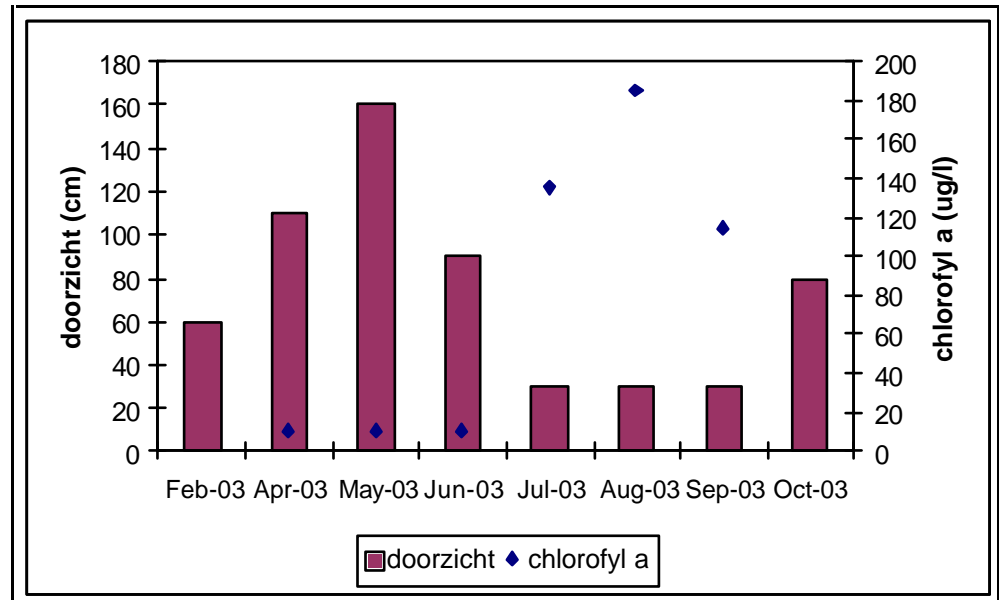
Zomer- en jaargemiddelde concentraties N, P en chlorofyl in het Bovenwater

	MTR-norm (zomergemiddelde)	Zomergemiddelde concentratie	Jaargemiddelde concentratie
Totaal stikstof (mg N/l)	2,2	2,6	2,1
Totaal fosfaat (mg P/l)	0,15	0,15	0,11
Chlorofyl-a (µg/l)	100	77,5	

In Figuur 5.10 is voor 2003 naast het chlorofyl-a gehalte ook het doorzicht weergegeven. Er lijkt een verband tussen deze twee grootheden te bestaan.

Figuur 5.10

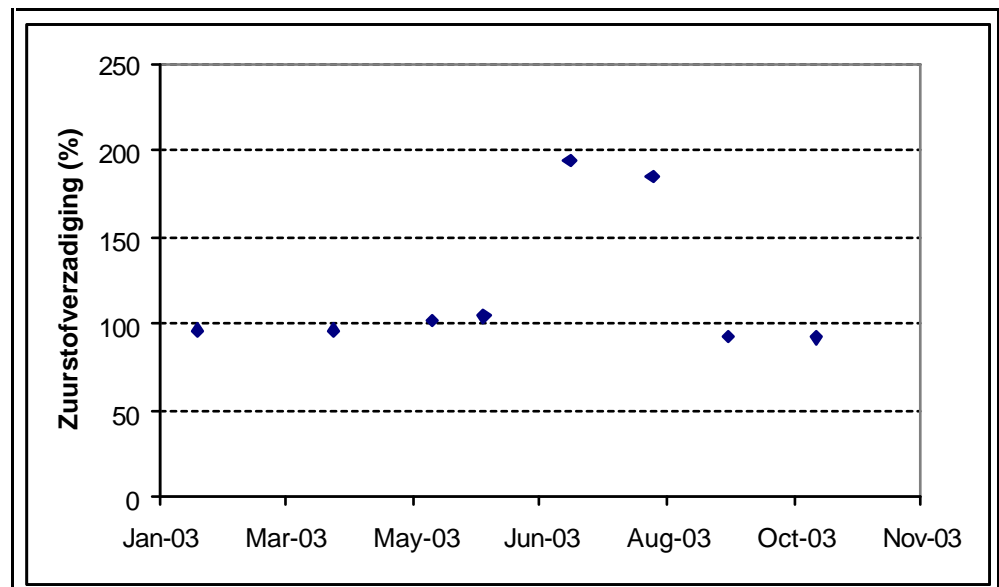
Doorzicht en chlorofyl a
concentratie in het Bovenwater



In de maanden juli en augustus is er een oververzadiging van zuurstof in het Bovenwater aangetroffen (zie Figuur 5.11). Dit duidt op een hoge zuurstofproductie door waterplanten en/of algen.

Figuur 5.11

Zuurstofverzadiging in het
Bovenwater



5.3

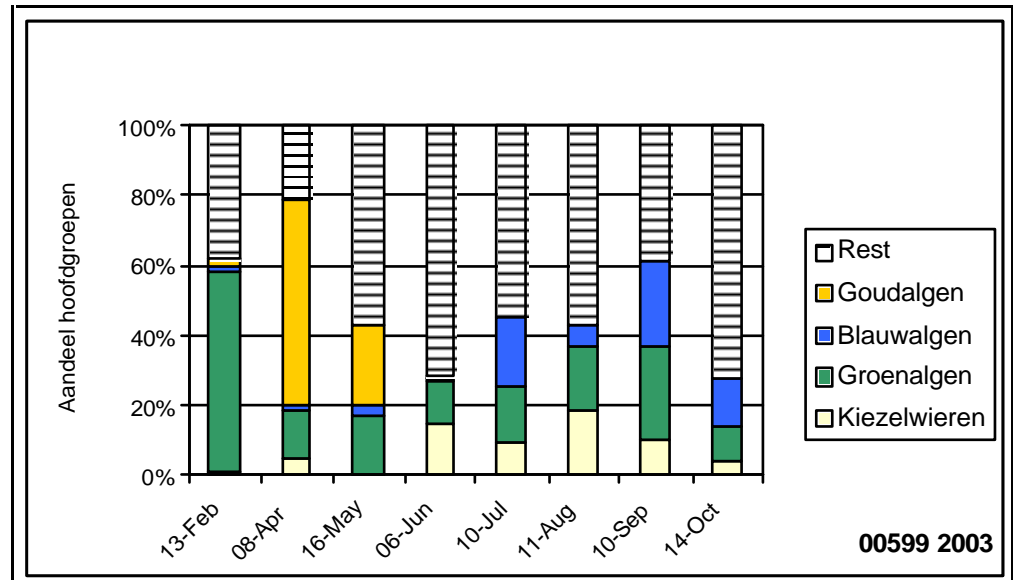
FYTOPLANKTON ANALYSES

In Figuur 5.12 en Figuur 5.12 is de fytoplanktensamenstelling van het Bovenwater weergegeven, respectievelijk in relatieve en absolute aantallen van de hoofdgroepen. Hieruit blijkt dat in het voorjaar lage aantallen voorkomen. De algenpopulatie bestaat dan in belangrijke mate uit goudalgen. In de zomer worden hogere aantallen aangetroffen. Opmerkelijk is dat blauwalgen dan ook meer voorkomen, maar dat deze groep niet dominant aanwezig is. De verdeling van de algengroepen is niet typisch voor een "normale"

bloei van blauwalgen. Bij een typische bloei van blauwalgen bestaat de algenpopulatie vaak voor meer dan 90% uit deze groep. In het Bovenwater nemen echter flagellaten een veel belangrijker plaats in. Deze soorten komen vaak massaal voor bij verontreiniging, of bij situaties waarbij veel kleine deeltjes voedseldeeltjes (micro-algen) voorkomen.

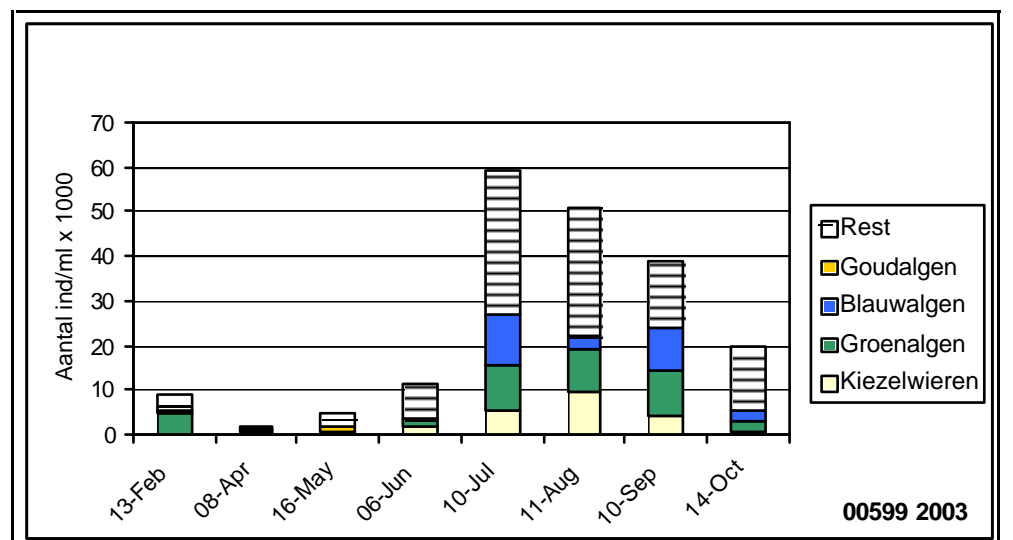
Figuur 5.12

Aandeel hoofdgroepen
fytoplankton in het
Bovenwater



Figuur 5.13

Aantallen fytoplankton in het
Bovenwater



HOOFDSTUK

6 Water- en stofbalans

6.1

WATERBALANS

In de periode april/mei is er nog water ingelaten vanuit de Lage Dwarsvaart. Daarna is een tijdelijke hevelconstructie (zie Foto 6.6) op de Houtribweg geplaatst. Via de hevel kan water vanuit het Markermeer worden ingelaten. Dit water bevat gemiddeld minder nutriënten dan het water van de Lage Dwarsvaart.

Bij het opstellen van de waterbalans is uitgegaan van de kwel en wegzijging die is gehanteerd in Arcadis (2002). De inlaat vanuit het Markermeer vormt de sluitpost van de balans. De waterbalans voor het zomerhalfjaar van 2003 is gepresenteerd in Tabel 6.6. Hierin zijn ook de waterbalansen voor een droog, een gemiddeld en een nat jaar weergegeven. Dit is gedaan om een vergelijking van het Bovenwater met de situatie van inlaat uit de Lage Dwarsvaart te kunnen geven.

Uit de opgestelde waterbalans blijkt dat 2003 een extreem droog jaar is geweest. In een droog jaar is 1015 mm nodig om de balans sluitend te krijgen. In de zomer van 2003 was dit 1099 mm. Het merendeel van het inlaatwater komt uit via de hevel op de Houtribweg vanuit het Markermeer.

Foto 6.6

Tijdelijke hevelconstructie op de Houtribdijk om water in te laten vanuit het Markermeer



Tabel 6.6

Waterbalans voor de zomer van 2003 en voor een droog, gemiddeld en nat jaar met inlaat uit de Lage Dwarsvaart. EHoeveelheden in mm.

Balanspost	2003	Droog jaar	Gemiddeld jaar	Nat jaar
AANVOERENDE POSTEN				
Neerslag	277	291	390	578
Dijkse kwel	178	178	178	178
Inlaat Lage Dwarsvaart	56	547	476	249
Inlaat Markermeer	589			
Totaal aanvoerposten	1099	1015	1044	1004
AFVOERENDE POSTEN				
Verdamping	519	436	464	425
Wegzijing	580	580	580	580
Totaal afvoerende posten	1099	1015	1044	1004

6.2

STOFBALANS

Voor het opstellen van de stofbalans zijn de volgende nutriëntconcentraties gehanteerd.

Tabel 6.7

Gehanteerde concentraties voor het opstellen van de stofbalans

	Zomergemiddelde concentratie totaal N (mg N/l)	Zomergemiddelde concentratie totaal P (mg P/l)
Neerslag	1,95	0,018
Dijkse kwel	1,73	0,13
Inlaat Lage Dwarsvaart ¹	2,42	0,43
Inlaat Markermeer	1,31	0,07
Wegzijing	2	0,1
Afvoer	2,62	0,15

¹ gebaseerd op metingen van 2003

Op basis van de waterbalans en de concentraties zijn de stofbalansen voor stikstof en fosfaat voor het zomerhalfjaar van 2003 opgesteld. Deze zijn gepresenteerd in Tabel 6.8 en Tabel 6.9. Hierin zijn ook de stofbalansen voor een droog, een gemiddeld en een nat jaar weergegeven, waarbij uitgegaan is van inlaat via de Lage Dwarsvaart, om een vergelijking van het Bovenwater in de oude situatie mogelijk te maken.

Tabel 6.8

Stikstofbalans voor de zomer van 2003 en voor een droog, gemiddeld en nat jaar met inlaat uit de Lage Dwarsvaart. EHoeveelheden in kgN/halfjaar

Balanspost	2003	Droog jaar	Gemiddeld jaar	Nat jaar
AANVOERENDE POSTEN				
Neerslag	726	746	1025	1517
Dijkse kwel	415	415	415	415
Inlaat Lage Dwarsvaart	1923	2457	2139	1119
Inlaat Markermeer	1041			
Totaal aanvoerposten	4106	2626	3579	3015
AFVOERENDE POSTEN				
Verdamping	0	0	0	0
Wegzijing	1565	1565	1565	1565
Totaal afvoerende posten	1565	1565	1565	1565

Tabel 6.9

Fosfaatbalans voor de zomer van 2003 en voor een droog, gemiddeld en nat jaar met inlaat uit de Lage Dwarsvaart. E Hoeveelheden in kgP/halfjaar

Balanspost	2003	Droog jaar	Gemiddeld jaar	Nat jaar
AANVOERENDE POSTEN				
Neerslag	7	7	9	14
Dijkse kwel	31	31	31	31
Inlaat Lage Dwarsvaart	342	162	141	74
Inlaat Markermeer	59			
Totaal aanvoerposten	439	200	182	119
AFVOERENDE POSTEN				
Verdamping	0	0	0	0
Wegzijing	78	78	78	78
Totaal afvoerende posten	78	78	78	78

Uit de balansen blijkt dat in 2003 een grotere belasting voor zowel stikstof als fosfaat heeft plaatsgevonden vergeleken met de oude situatie met inlaat vanuit de Lage Dwarsvaart. Hoewel een groot gedeelte van 2003 de inlaat plaatsvond vanuit het Markermeer, en dit water veel minder nutriënten bevat dan de Lage Dwarsvaart, is de belasting toch hoog uitgevallen, omdat 2003 een extreem droog jaar was. Daarom is relatief veel water ingelaten, ook nog uit de Lage Dwarsvaart. Met name voor fosfaat is hierdoor een hoge belasting ontstaan: de periode in 2003 waarin vanuit de Lage Dwarsvaart is ingelaten (april-mei) levert al een hogere belasting dan in een normaal droog jaar.

HOOFDSTUK 7 Doorzicht

Uit de bespreking van de meetresultaten (zie paragraaf 5.1) blijkt dat het doorzicht erg gering is. Toch is de mate van algengroei niet extreem hoog. Daarom bestond tijdens de bemonsteringen al het vermoeden, dat het doorzicht door andere factoren dan algen beperkt werd. Op 16 september 2003 zijn daarom extra bemonsteringen en metingen uitgevoerd, waarmee inzicht verkregen kan worden in de factoren die van invloed zijn op het doorzicht. De metingen zijn uitgevoerd op de locaties 1, 3 en 8.

Er zijn drie verschillende benaderingen gebruikt:

Onderlinge verhouding van de extincties bij 440, 672 en 776 nm.

Benadering volgens UITZICHT (RIZA, later overgenomen door LUW)

Benadering volgens 4^e Eutrofiëringsenquête.

De benaderingen en de resultaten zullen hieronder toegelicht, gepresenteerd en besproken worden.

7.1

ONDERLINGE VERHOUDING EXTINCTIES

Principe

Deze benadering is overgenomen van Roel Riegman, aquatisch ecooloog bij het Waterschap Reest en Wieden. De benadering is gebaseerd op extinctie-metingen bij drie golflengtes: 440 nm: Hiermee wordt de component humuszuren gemeten. Eigenlijk zou meting bij 340 nm beter zijn, omdat dan de interferentie met absorptie door chlorofyl-a minder zou zijn. Meting bij 440 nm is echter technisch makkelijker, en een ander argument is dat planten het licht bij 340 nm niet absorberen, en licht van 440 nm wel. Met deze laatste meting blijf je dus binnen het spectrum van het fotosynthetisch actieve licht.

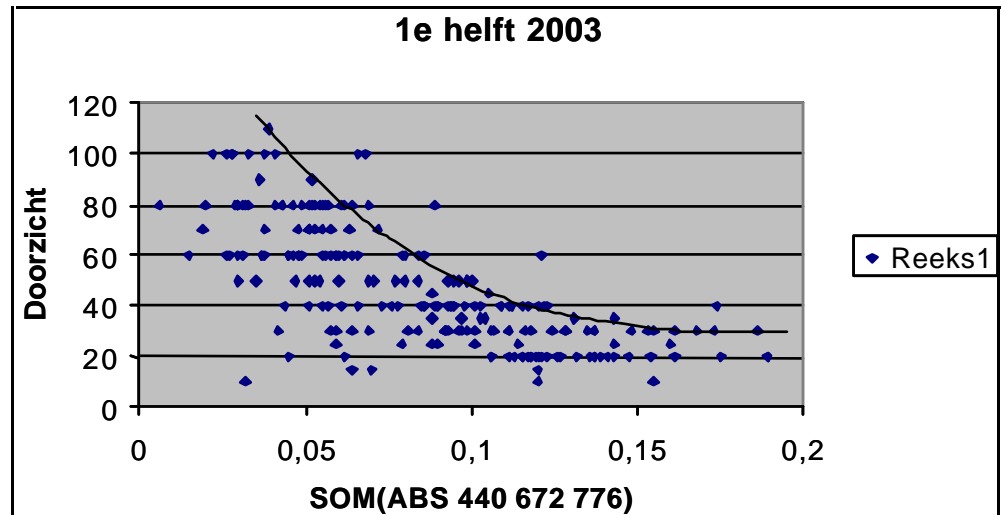
672 nm. Hiermee wordt de extinctie van chlorofyl (algen) gemeten.

776 nm: Hiermee wordt de extinctie van slib gemeten.

De som van deze drie extinctie-metingen kan met behulp van Figuur 7.14 gerelateerd worden aan een doorzicht. De onderlinge verhouding tussen de extinctiemetingen bij 440, 672 en 776 nm geven daarbij de relatieve bijdrage van respectievelijk humuszuren, chlorofyl en slib aan (de beperking van) het doorzicht.

Figuur 7.14

Relatie som extincties en
doorzicht (traject tot 1,4 m-1)



Resultaat

In Tabel 7.10 zijn de resultaten van de extinctiemetingen gegeven. In Figuur 7.15 is de relatieve extinctie van de verschillende componenten weergegeven.

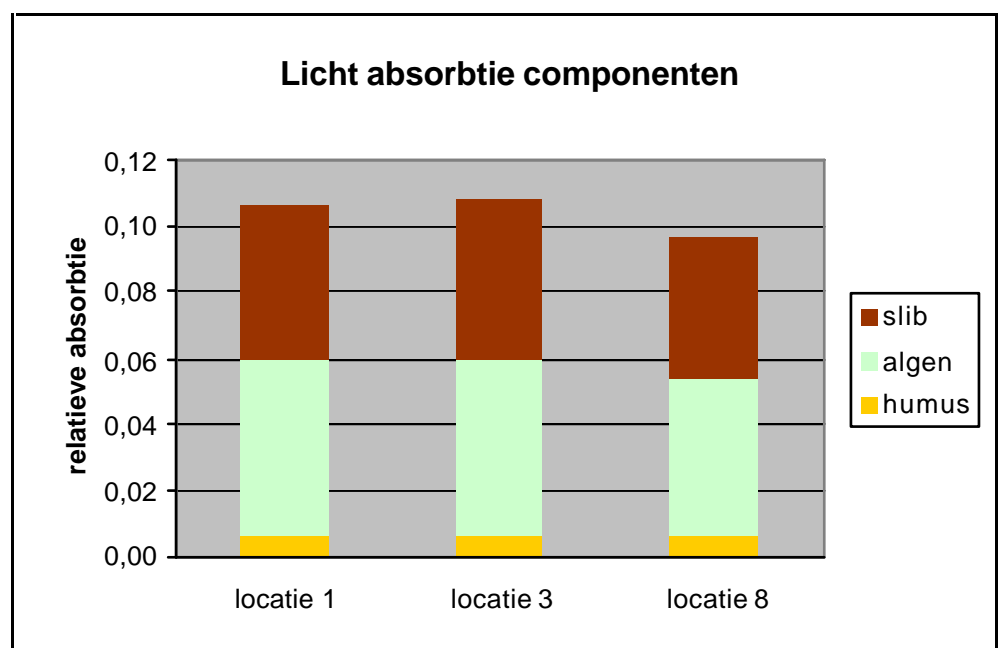
Tabel 7.10

Resultaat extinctiemetingen

	locatie 1	locatie 3	locatie 8
Extinctie 440 nm	0,006	0,006	0,006
Extinctie 672 nm	0,054	0,054	0,048
Extinctie 776 nm	0,046	0,048	0,042
Som extincties	0,106	0,108	0,096

Figuur 7.15

Lichtabsorptie componenten,
methode "Riegman".



Interpretatie

Uit de gegevens blijkt dat er weinig verschil is tussen de 3 meetlocaties. De belangrijkste licht-absorberende component is algen, maar slib komt op een belangrijke tweede plaats. Volgens de grafiek van Figuur 7.15 zou het doorzicht ca. 50 cm bedragen. Bij de monsternamen is echter op alle drie locaties een doorzicht van 30 cm. gemeten. Dit betekent dat met de extinctiemetingen niet alle optische componenten gemeten zijn of dat optische componenten onderschat worden.

7.2

UITZICHT

Bij de benadering van de LUW, waarbij gebruik wordt gemaakt van het programma UITZICHT, ontwikkeld door het RIZA, wordt onderscheid gemaakt in 5 optische componenten die van invloed zijn op het doorzicht: de achtergrondwaarde van water, geelstof, algen, minerale stof en detritus. Geelstof zijn opgeloste organische stoffen, zoals humuszuren. Minerale stof zijn niet-opgeloste (zwevende) deeltjes van anorganische oorsprong, terwijl detritus niet-opgeloste (zwevende) deeltjes zijn van organische oorsprong, exclusief de organische stof die gerelateerd is aan algen. Het reciproke doorzicht (reciprook = omgekeerde waarde) wordt als volgt berekend (waarbij de waarden van de constanten zijn overgenomen uit Blom, 1991):

$$SD^{-1}_{par} = SD^{-1}_{acht} + a_g E_{380} + a_{chl} Chl + a_{min} Min + a_{det} Det$$

$$Det = ZS - Min - kChl$$

waarin

$$SD^{-1}_{par} = \text{Reciproke Secchi-diepte fotosynthetisch licht (PAR- gebied)}$$

$$SD^{-1}_{acht} = \text{Achtergrond - Secchi-diepte: } 0,302 m^{-1}$$

$$E_{380} = \text{Extinctie bij } 380 \text{ nm (geelstof) } (m^{-1})$$

$$Chl = \text{Chlorofyl } (\mu g.l^{-1} = mg.m^{-3})$$

$$Min = \text{Minerale stof (asgewicht, } mg.l^{-1})$$

$$Det = \text{Detritus } (mg.l^{-1})$$

$$ZS = \text{Zwevende stof } (mg.l^{-1})$$

$$a_g = \text{constante geelstof: } 0,0107(-)$$

$$a_{chl} = \text{constante chlorofyl: } 0,0111 m^{-1} . \mu g^{-1} . l$$

$$a_{min} = \text{constante minerale stof: } 0,0606 m^{-1} . mg^{-1} . l$$

$$a_{det} = \text{constante detritus: } 0,0636 m^{-1} . mg^{-1} . l$$

$$k = \text{constante chlorofyl-detritus: } 0,7 m^3 . l^{-1}$$

Resultaat

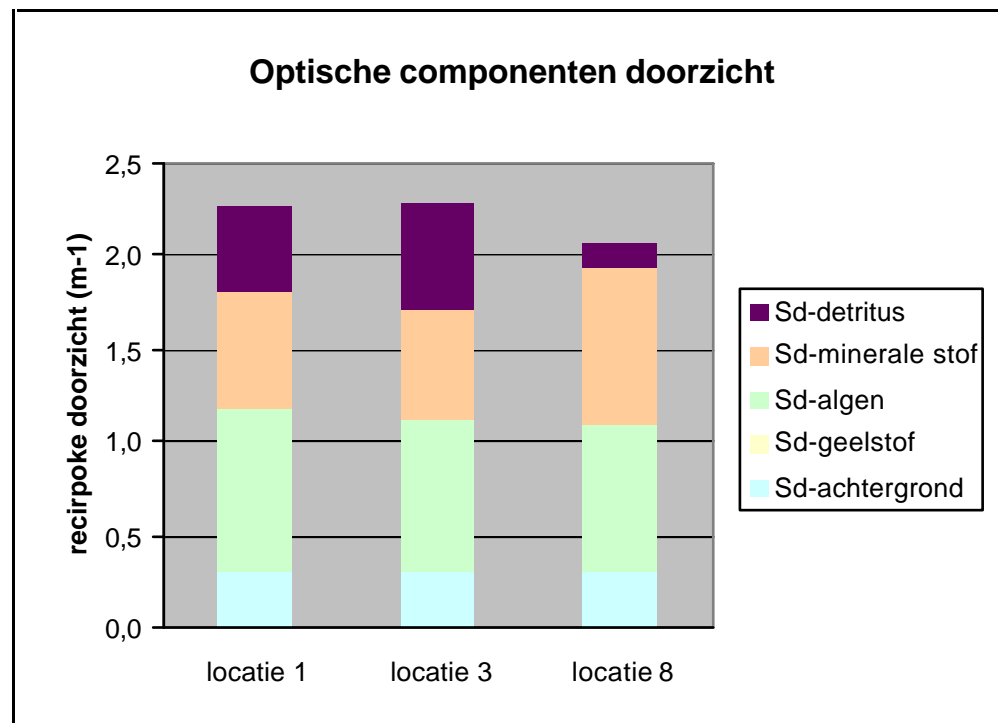
In Tabel 7.11 zijn de resultaten van de analyses die voor deze benadering nodig zijn, gegeven. In Figuur 7.16 is het resultaat van de berekeningen weergegeven.

Tabel 7.11

Meetresultaten t.b.v. UITZICHT

	Locatie 1	Locatie 3	Locatie 8
Extinctie 380 nm (m^{-1})	0,092	0,093	0,086
Chlorofyl (mg/m^3)	79	74	71
droge stof (mg/l)	23	24	21
Asgewicht (%)	45	40	66

Figuur 7.16

Optische componenten
extinctie volgens UITZICHT**Interpretatie**

Volgens deze benadering wordt ongeveer de helft van het (reciproke) doorzicht door slib en detritus veroorzaakt. Opvallend is de relatief grote bijdrage van de achtergrondextinctie van water zelf.

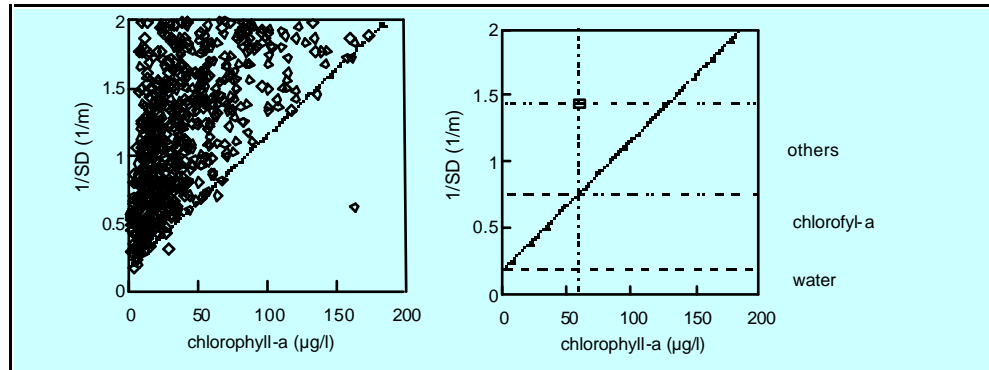
Op basis van de berekeningen wordt een reciprook doorzicht van ca. $2,0 m^{-1}$ gemeten, wat overeenkomt met een doorzicht van 50 cm. Dit is dezelfde waarde als bij de methode Riegman, maar komt niet met het gemeten doorzicht overeen: dit bedroeg slechts 30 cm.

7.3**METHODE DERDE EUTORIËRINGSENQUÊTE**

In de 3^{de} Eutofiëringsevenquête (Portielje & Van der Molen, 1999) is een grafiek opgenomen waarmee met het chlorofylgehalte en het reciproke doorzicht de bijdrage van water, chlorofyl en andere stoffen aan het reciproke doorzicht kan worden afgelezen. Zie hiervoor Figuur 7.17. In de linker helft van deze figuur zijn de gegevens waarop de grafiek is gebaseerd, weergegeven. In de rechter helft is een hypothetisch voorbeeld voor de berekening weergegeven: Bij een chlorofylgehalte van $60 \mu g/l$ en een reciprook doorzicht van $1,45 m^{-1}$ wordt het doorzicht ongeveer voor de helft door andere stoffen dan chlorofyl beperkt.

Figuur 7.17

Grafiek uit 3^e Eutrofiëringse-
enquête

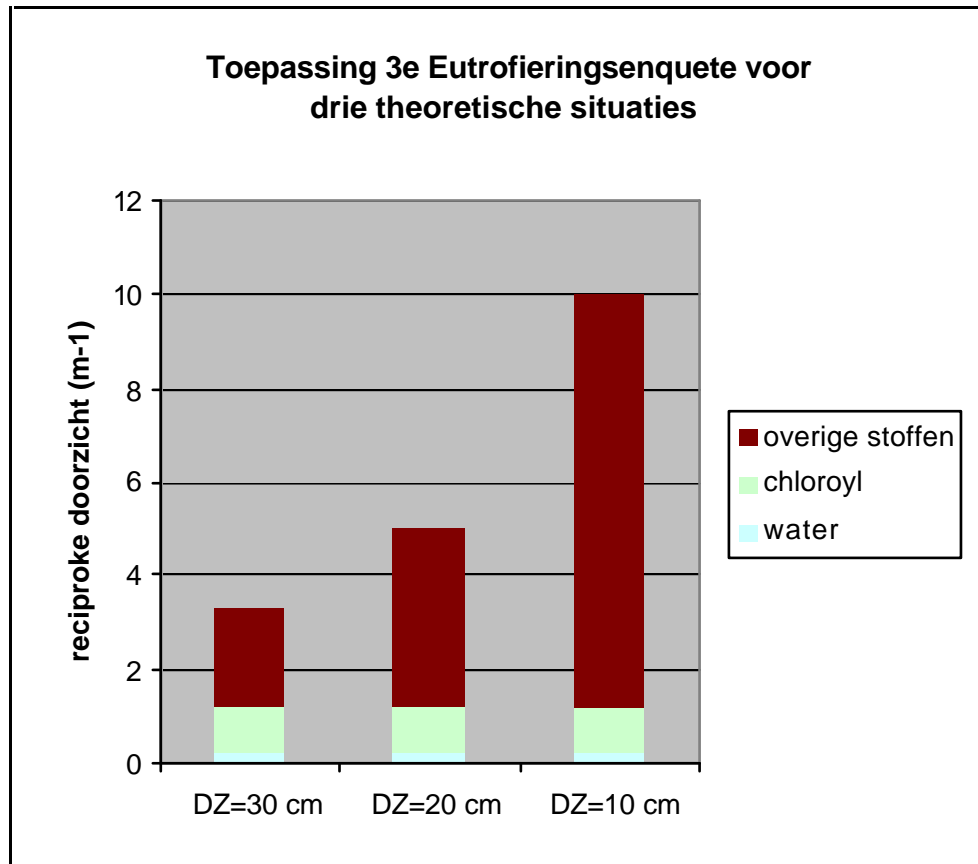


Resultaat

De gemeten chlorofylgehalten zijn in Figuur 7.18 gepresenteerd. Hiervoor is het gemiddelde van 75 µg/l gebruikt. Het doorzicht bedraagt op alle drie de locaties 30 cm, wat overeenkomt met een reciprook doorzicht van $3,3 \text{ m}^{-1}$. Uit de grafiek wordt afgelezen dat bij een chlorofylgehalte van 75 µg/l het reciproke doorzicht door algen ca. $0,8 \text{ m}^{-1}$ bedraagt en de achtergrondwaarde van water $0,2 \text{ m}^{-1}$. Dit betekent dat de overige stoffen een reciproke doorzicht veroorzaken van $2,3 \text{ m}^{-1}$!

Figuur 7.18

Theoretische situaties met chlorofylgehalte van 100 µg/l en doorzicht van 30, 20 en 10 cm, benadering volgens 3^e Eutrofiëringse-
enquête.



7.4

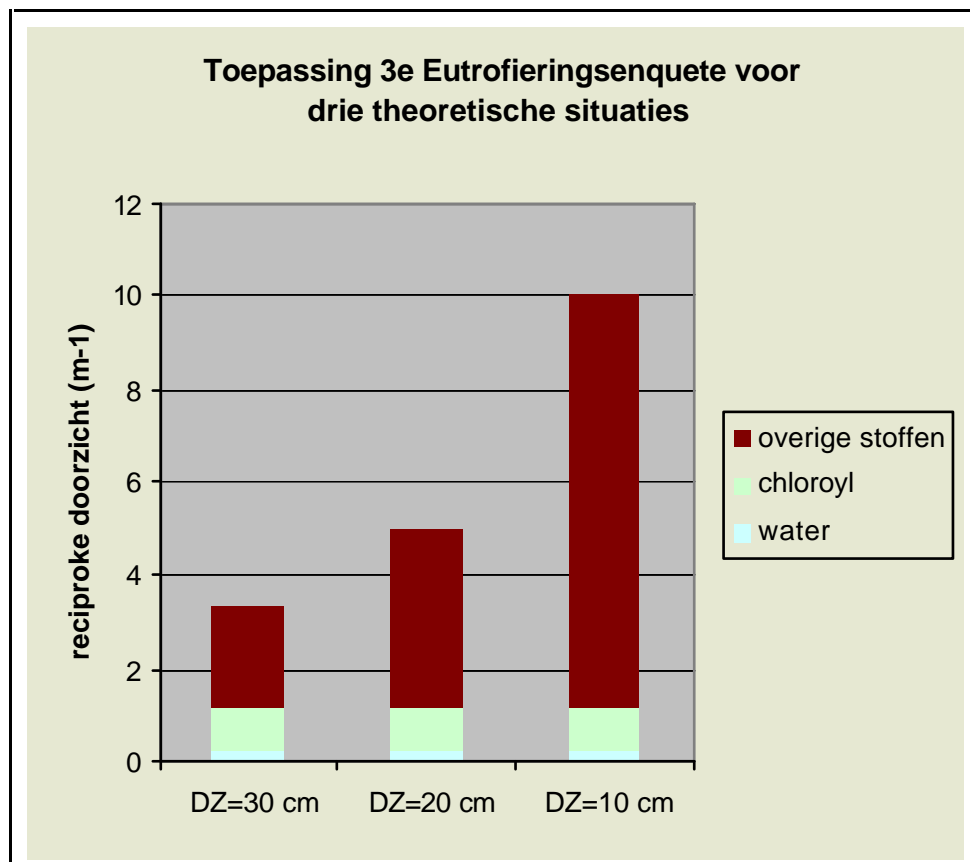
DISCUSSIE

De drie benaderingen geven een vergelijkbaar resultaat voor de bijdrage van algen (of chlorofyl) aan de lichtabsorptie. De methoden volgens Riegman en de methode volgens UITZICHT geven echter een te hoog doorzicht vergeleken met het gemeten doorzicht, nl. 50 cm in plaats van de gemeten 30 cm. De methode volgens de 3^e eutrofiëringsenquête gaat uit van het gemeten doorzicht. Het lijkt er dus op dat de methode volgens Riegman en volgens UITZICHT niet alle componenten goed beoordelen: de bijdrage van andere stoffen dan chlorofyl (en water en humuszuren) is groter dan volgens deze methoden berekend.

Als van de methode volgens de 3^e Eutrofiëringsenquête wordt uitgegaan, leidt dit tot de conclusie dat in het Bovenwater in 2003 soms het doorzicht in nog veel sterkere mate door andere stoffen wordt bepaald. Er zijn namelijk tijdens de vegetatie-opnamen ook doorzichten gemeten van minder dan 30 cm, tot zelfs 10 cm. Het reciproke doorzicht bedraagt in dat laatste geval 10 m^{-1} . Zelfs bij een extreem hoog chlorofylgehalte van 200 ug/l , bedraagt de bijdrage van algen aan het reciproke doorzicht maximaal 2 m^{-1} . In Figuur 7.19 is de benadering volgens de 3^e Eutrofiëringsenquête voor de theoretische situaties weergegeven met 100 ug/l chlorofyl en een doorzicht van 30, 20 en 10 cm. Dit duidt erop dat in het Bovenwater in 2003 soms andere stoffen dan chlorofyl in hoge hoeveelheden aanwezig zijn geweest.

Figuur 7.19

Toepassing 3e eutrofiëringsenquête voor drie theoretische situaties



HOOFDSTUK

8
Interpretatie8.1 CONCLUSIES DEELONDERZOEKEN EN WAARNEMINGEN

In de hoofdstukken 23 tot en met 7 zijn de resultaten van de verschillende deelonderzoeken gepresenteerd en besproken. Hieronder volgt een samenvatting uit deze hoofdstukken:

- § Het water is aanvankelijk helder, met zicht tot op de bodem.. Er komen kiemplanten tot ontwikkeling die snel uitgroeien. Naast fonteinkruiden komen ook kranswieren voor. Eind mei wordt begonnen met maaien. Half juni is het water erg troebel geworden. Het maaien volgens de nieuwe methode (maaien op 1 meter diepte) is redelijk effectief. Eind juni leek het erop dat de maaiboot de groei van de planten niet kon bijhouden. Begin juli was de groei van planten echter al weer beter onder controle. Vanaf eind juli beginnen de waterplanten af te sterven. Vanaf begin augustus kan het maaien gestaakt worden.
- § Er komen periodiek blauwalgen tot ontwikkeling. De soortensamenstelling is echter niet typisch voor een blauwalgen-bloei. De relatief grote hoeveelheid flagellaten is een aanwijzing dat er veel kleine voedselpartikels in het water aanwezig zijn.
- § De zomer van 2003 is extreem droog geweest. Omdat er veel water verdampt is, is er ook veel water ingelaten. De hevel, waarmee water uit het Markermeer kan worden ingelaten, is begin juni in werking gesteld. Daarvóór is nog water uit de Lage Dwarsvaart ingelaten. Met name daardoor is de belasting op het meer erg groot geweest, vooral met stikstof. Er is daarom nog geen verbetering opgetreden van de concentraties van stikstof en fosfaat.
- § De visstand vormt geen belemmering voor de ontwikkeling van een helder systeem, met groei van (ondergedomen) waterplanten.
- § Gedurende lange periode (is de periode precies bekend?) is er in de noord-oost lob gebaggerd. Een deel van de bodem waar het water te ondiep was, is opgezogen, en teruggestort op locaties waar het water dieper was. Analyse van de optische componenten laat zien dat er veel slibdeeltjes in het water aanwezig zijn geweest.

8.2 INTERPRETATIE

De ontwikkelingen in het meer zijn niet volgens de verwachting, en zijn deels ook niet in overeenstemming met de huidige theorieën over ecosystemen in meren. Hoewel de belasting dit jaar relatief hoog is geweest, zijn de huidige concentraties niet per definitie een belemmering voor het ontstaan van een helder, plantenrijk systeem. Aanvankelijk ontwikkelt het systeem zich ook zo: het water is helder, er komen waterplanten tot ontwikkeling, waarbij zelfs kranswieren voorkomen. Van kranswieren is bekend dat ze een negatief effect hebben op de groei van algen, en daarmee in staat zijn om het water helder te houden. Van het Veluwerandmeer is bekend dat dit effect zeer plaatselijk kan zijn: over de afstand van minder dan een meter kunnen helder water boven kranswievelden en troebel

water daarnaast voorkomen. Een dergelijk verschijnsel is in lichtere mate ook op 12 juni in het Bovenwater geconstateerd.

Geheel tegen de verwachting in is het water toch troebel geworden, en zijn algen tot ontwikkeling gekomen. Hoewel op het oog de drijfslagen van blauwalgen erg opvielen, hebben de blauwalgen slechts een deel van de algenpopulatie ingenomen. Veel belangrijker was de restgroep, in het geval van het Bovenwater vooral bestaande uit flagellaten. Deze groep algen voedt zich met kleine partikels in het water. Uit nadere analyse van de optische componenten wordt ook de conclusie getrokken dat er veel kleine deeltjes in het water aanwezig zijn, en dat deze niet gevormd worden door algen.

Alles wijst er dus op, dat de troebeling van het water is ontstaan door de aanwezigheid van kleine deeltjes in het water. Als oorzaak komen twee zaken in aanmerking:

1. Door het schroefwater van de maaiboot wordt slib in de waterkolom gebracht. Tijdens de vegetatie-opnamen is geconstateerd dat het bodemslib snel opwervelt. In hoeverre het schroefwater de bodem bereikt en in staat is het slib op te wervelen is niet bekend. In voorgaande jaren is wel geconstateerd dat het water van het meer troebel wordt, zodra begonnen wordt met maaien. Toen is echter een andere maaimethode gebruikt, namelijk het vegen van de bodem. Dat hierbij slib in de waterkolom komt, is goed voor te stellen. In 2003 zijn de waterplanten echter op een waterdiepte van 1 meter afgemaaid. In hoeverre hierbij slib van de bodem wordt opgewerveld, is niet bekend. Wel is het zo dat begin juni met het maaien gestart is, en dat pas half juni het water troebel is geworden.
2. Door de baggerwerkzaamheden wordt slib in de waterkolom gebracht. De indruk bestaat dat bij het terugstorten van het slib in het meer, veel licht slib in de waterkolom wordt gebracht. Periodiek is rond de baggerwerkzaamheden een witte troebeling zichtbaar geweest, met een doorzicht van amper 10 cm!

De conclusies zijn:

- § De uitgangspunten van het meer zouden eigenlijk een waarborg moeten zijn voor het ontstaan van helder, plantenrijk water.
- § Door de extreme droge weersomstandigheden is veel water ingelaten, voor een belangrijk deel ook uit de Lage Dwarsgracht. Dit heeft geleid tot een hoge nutriëntenbelasting, waardoor mogelijk de groei van (blauw)algen is bevorderd.
- § Er zijn veel kleine deeltjes in het water, die niet uit algen bestaan. Mogelijk zijn deze deeltjes in het water gebracht door het maaien (bijvoorbeeld schroefwater), of door de baggerwerkzaamheden.

8.3

AANBEVELINGEN

Het verdient zeker aanbeveling in 2004 het nieuwe maaibeheer voort te zetten. Redenen hiervoor zijn:

- § Het maaibeheer lijkt de vegetatie redelijk goed onder controle te kunnen houden. Hiermee kan de bevaarbaarheid van het meer gehandhaafd worden, en kan de overlast door (blauw)algenbloei zoveel mogelijk voorkomen of beperkt worden.
- § Hopelijk is 2004 wat weersomstandigheden betreft minder extreem, en hoeft er minder water worden ingelaten.
- § De hevel kan vanaf het begin worden gebruikt; inlaat vanuit de Lage Dwarsvaart is niet meer nodig.
- § Er vinden geen baggerwerkzaamheden meer plaats (toch?)

Foto 8.7

De baggerwerkzaamheden. Duidelijk is te zien dat een grote hoeveelheid opgezogen bagger teruggestort wordt in het meer.



Tevens worden de volgende zaken aanbevolen:

- § De monitoring van de vegetatie op dezelfde methode uit te voeren als in 2004. De monsterverdata zouden wel wat aangepast moeten worden: wat eerder (vanaf begin mei) en vooral frequenter (wekelijks) in het begin van het groeiseizoen. Later en vooral in het eind van het groeiseizoen kan het onderzoek minder frequent (bijvoorbeeld om de 2 weken) plaatsvinden.
- § Onderzoeken in hoeverre de maaiboot bij de werkzaamheden slib opwerft. Dit zou op vrij eenvoudige wijze uitgevoerd kunnen worden door met een bootje vanaf afstand achter de maaiboot te gaan varen en deze langzaam in te halen. Tijdens deze manoeuvre regelmatig met een secchi-schijf het doorzicht te meten. Eventueel kunnen ook tegelijk ook watermonsters genomen worden voor nadere analyse (hoeveelheid opgeloste stof, droge stof, extinctie-meting).
- § Het beheer nauwkeuriger monitoren. Dit geldt zowel voor de bediening van de hevel als voor het maaibeheer. Bij elke wijziging van de instelling van de hevel moeten in een logboek de datum en het (geschatte) debiet genoteerd moeten worden. Eventueel zou het debiet bij verschillende instellingen een keer doorgemeten kunnen worden, zodat de schattingen betrouwbaarder worden. Voor het maaibeheer geldt dat dagelijks genoteerd moet worden waar en hoeveel er gemaaid is.
- § Bij het wegscheppen van het maaisel erop letten dat de (groeïende) waterplanten in de niet te maaien gedeelten niet per ongeluk (gedeeltelijk) weggehaald worden.

BIJLAGE 1

Literatuur

AquaTerra, 2003. Bemonstering van de visstand in het Bovenwater te Lelystad.

Arcadis, 2003. Beheeradvies Bovenwater

Bakema, A.H., 1988. Lichtmodel: de relatie tussen zichtdiepte en extinctie. Waterloopkundig Laboratorium.

Blom, G. 1991. Slib, slibtransport en lichtklimaat in de randmeren. Vakgroep Natuurbeheer, Sectie Waterkwaliteitsbeheer.

Hekkink, A. & G. Blom, 1994. Lichtklimaat in ondiepe meren. Onderzoek naar de toepasbaarheid van het model UITZICHT en modellen voor de resuspensie van bodemmateriaal. Landbouw Universiteit Wageningen, Vakgroep Waterkwaliteitsbeheer.

RIZA, 1998. Kranswieren: waardevol voor waterbeheer. RIZA rapport 98.030.

BIJLAGE 2

Werkplan monitoring Bovenwater

In het Beheeradvies Bovenwater (Arcadis, 2003) is het volgende werkplan opgenomen:

1. Onderstaand werkplan zo spoedig mogelijk bespreken met belanghebbenden en omwonenden.
2. Zo spoedig mogelijk een visstandbemonstering uitvoeren. Een visstandbemonstering kan nog tot eind april uitgevoerd worden. Op basis van de uitkomsten kan eventueel besloten worden om een uitdunningsvisserij uit te voeren.
3. Locaties waar niet gevaren wordt, niet meer maaien (horizontale zonering). Deze locaties moeten in overleg vastgesteld worden. Als uitgangspunt kunnen de locaties genomen worden die voor het experiment van 2002 niet gemaaid zijn.
4. Op de rest van het meer de waterplanten op een diepte van 1 meter te maaien, zonder afvoeren.
5. Een monitoringsprogramma opzetten, waarmee de groei en de hergroei van waterplanten nauwlettend wordt gemonitord. Op basis van deze monitoring moet beslist worden wanneer de eerste en volgende maaibeurten plaats moeten vinden. Aangeraden wordt vanaf eind mei tot en met half augustus wekelijks een inspectie uit te voeren.
6. Bijhouden wanneer en waar maaisel aanspoelt. Indien dit tot overlast leidt, het maaisel verwijderen.
7. Controleren of de waterplanten nabij de zwemstranden geen overlast veroorzaken; zonodig maatregelen nemen
8. De overige aspecten van de waterkwaliteit monitoren volgens het programma van het Waterschap. Het waterschap heeft thans een monitoringsprogramma dat om de 4 jaar wordt uitgevoerd. Aanbevolen wordt dit programma jaarlijks uit te voeren.
9. Een registratie van klachten opzetten.
10. Aan het eind van het seizoen het gevoerde beheer evalueren en op basis daarvan zonodig bijstellen.

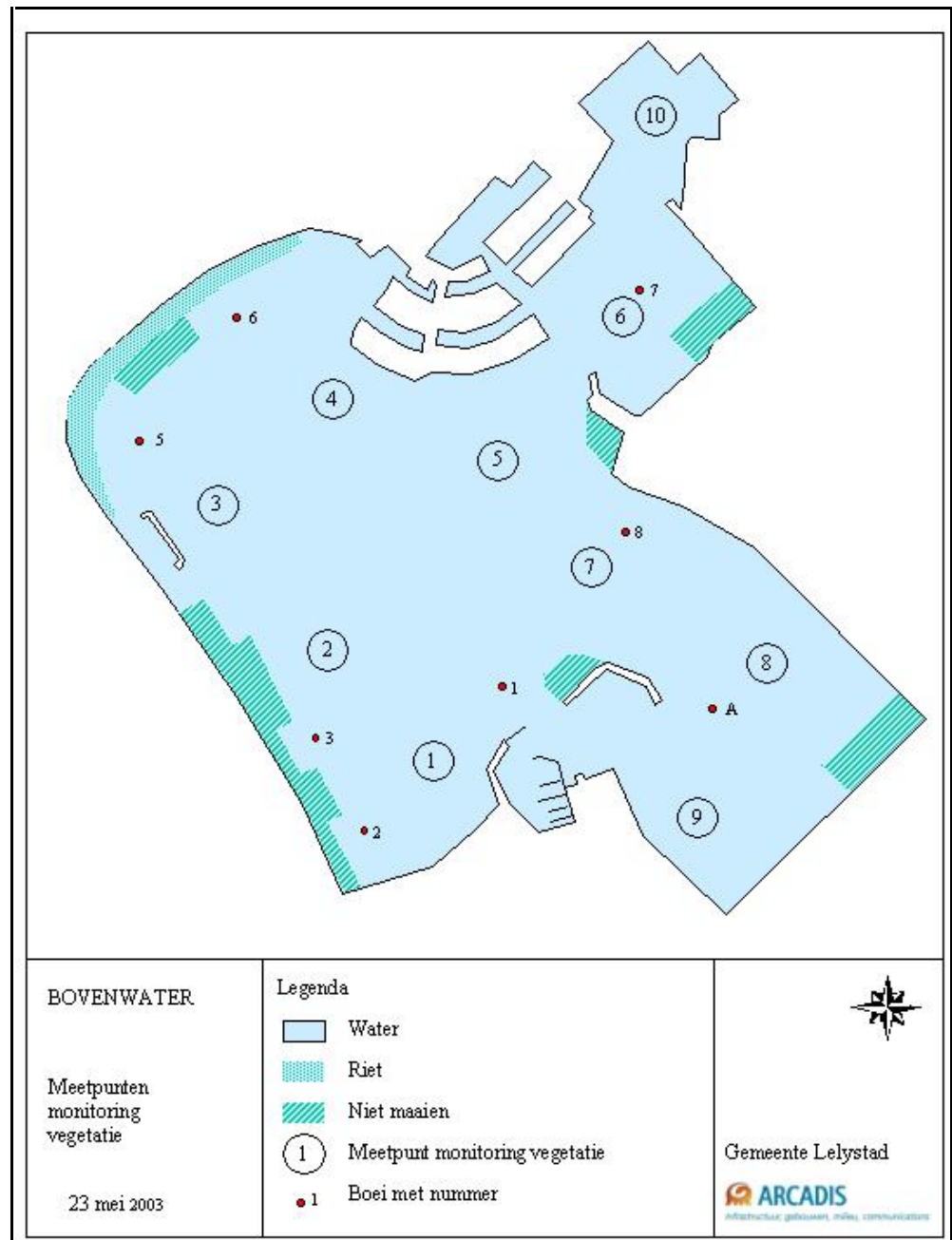
BIJLAGE 3

Advies over het maaien in het groeiseizoen 2003

Datum	Resultaat	Advies
22 mei	Grootste gedeelte van het meer dun begroeid met kleine kiemplantjes.	De onderzochte locaties hoeven nog niet gemaaid. Op basis van waarnemingen van de gemeente wordt besloten toch te beginnen met maaien.
2 juni	Langs de Knardijk-oever: de gemaaide vegetatie is herkenbaar. Er zijn ook plaatsen met hoge, nog niet gemaaide vegetatie. Voor de huizen: veel plaatsen met hoge Schedefonteinkruid. Plaatselijk komt ook Gekroesd fonteinkruid voor, deze worden minder hoog. Er zijn veel watervlooiën aanwezig.	Langs Knardijkzijde: doorgaan met maaien. Voor de huizen: nu ook beginnen met maaien.
12 juni	Het water is erg troebel geworden. Vooral rond de huizen komt veel hoogopgaande waterplanten voor. Er zijn Kranswieren gevonden. Hier was het water iets helderder.	De locaties rond de bebouwing hebben de hoogste prioriteit.
23 juli	Het water is nog steeds troebel. Er komen nu ook blauwalgen voor. Er zijn veel waterplanten, voor een deel gemaaid, maar voor een deel ook hoog opgaande, nog niet gemaaide planten.	De indruk bestaat dat de vegetatie niet goed onder controle is te houden. Maaibeheer voortzetten.
3 juli	Blauwalgen zijn verdwenen, maar nog steeds matig doorzicht. Met name langs de Knardijk-oever komen nog plekken voor met hoge waterplanten. De overige plekken lijken nu goed onder controle. De indruk bestaat dat de gemaaide waterplanten niet snel aangroeien.	Hoogste prioriteit leggen bij waterplanten langs de Knardijkzijde. Op de rest van het meer: alleen de zichtbare plukken.
14 juli	De waterplanten zijn aan het afsterven. Plaatselijk worden helemaal geen waterplanten meer aangetroffen. De gemaaide waterplanten zijn toch nog wel iets uitgegroeid. Rond locatie 4 komen waterplanten voor die nog nooit gemaaid zijn.	Alleen de losse plukken met fonteinkruiden die tot aan het wateroppervlak groeien maaien. Deze plukken bevinden zich vooral rond de bebouwing.
24 juli	De planten groeien niet verder meer, en zijn aan het afsterven. Plaatselijk komen drijvend maaisel voor.	Alleen de plukken vegetatie rond monsterpunt 7 gericht maaien.
7 augustus	Er komen blauwalgen voor. Waterplanten zijn nagenoeg verdwenen.	Maaien is niet meer nodig.
22 augustus	Er komen nauwelijks waterplanten meer voor.	Er hoeft niet meer gemaaid te worden.

BIJLAGE 4

Locaties vegetatie monitoring



BIJLAGE 5

Gegevens monitoring vegetatie

Locatie 1	waterdiepte (cm)	Schedefonteinkruid		Gekroesd fonteinkruid		Smalbladig		Zannichellia		Kranswier	
		bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)
23-5-2003	145	10	135								
2-6-2003	140	50	130								
12-6-2003	145	5	115								
23-6-2003	140	5	130								
23-6-2003		1	0								
3-7-2003	140	10	30								
14-7-2003	130										
24-7-2003	140							2	20		
7-8-2003	140	1	10								
22-8-2003	135										

Locatie 2	waterdiepte (cm)	Schedefonteinkruid		Gekroesd fonteinkruid		Smalbladig		Zannichellia		Kranswier	
		bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)
23-5-2003	130	10	120								
2-6-2003	135	30	125								
2-6-2003	135	30	0								
12-6-2003	130	95	0								
23-6-2003	120	80	0								
3-7-2003	120	50	0			20	40				
14-7-2003	140	40	90								
24-7-2003	130	75	90								
7-8-2003	140	1	110								
22-8-2003	125									1	124

Locatie 2b	waterdiepte (cm)	Schedefonteinkruid		Gekroesd fonteinkruid		Smalbladig		Zannichellia		Kranswier	
		bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)
12-6-2003	130	50	120								
23-6-2003	130	50	110			50	110			50	110
7-8-2003	150	30	40								

Locatie 3	waterdiepte (cm)	Schedefonteinkruid		Gekroesd fonteinkruid		Smalbladig		Zannichellia		Kranswier	
		bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)
23-5-2003	125	30	115								
23-5-2003	125	5	0								
2-6-2003	115	50	105								
12-6-2003	120	20	80							75	110
23-6-2003	120	30	0							30	110
3-7-2003	130	10	0							40	100
14-7-2003	110							40	50	20	100
24-7-2003	110	50	80					50	80	10	100
7-8-2003	120	2	90							1	110
22-8-2003	120	1	80								

Locatie 3b	waterdiepte (cm)	Schedefonteinkruid		Gekroesd fonteinkruid		Smalbladig		Zannichellia		Kranswier	
		bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)
2-6-2003	115	40	95								

Locatie 4	waterdiepte (cm)	Schedefonteinkruid		Gekroesd fonteinkruid		Smalbladig		Zannichellia		Kranswier	
		bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)
23-5-2003	150	20	130	5	70						
23-5-2003	150	5	50								
2-6-2003	145	40	135	10	45						
2-6-2003	145	10	10								
12-6-2003	135	30	0							70	135
23-6-2003	120	20	70							75	90
3-7-2003	140	80	100	5	20					30	120
14-7-2003	110	50	0							70	100
24-7-2003	150							1	40	30	140
7-8-2003	150	5	80							5	140
22-8-2003	130										

Locatie 5	waterdiepte (cm)	Schedefonteinkruid		Gekroesd fonteinkruid		Smalbladig		Zannichellia		Kranswier	
		bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)
23-5-2003	155	5	145								
23-5-2003	155	2	30								
2-6-2003	145	40	135	20	65						
2-6-2003	145	10	135								
12-6-2003	150	80	120								
12-6-2003	150	5	0	30	60						
23-6-2003	140	5	0	20	0	90	100			In lage aantallen tussen de smalbladige fonteinkruidd	
3-7-2003	140	2	80					80	100		
14-7-2003	130	40	60					40	60		
24-7-2003	160	1	40					5	40		
7-8-2003	150	2	90								
22-8-2003	140										

Locatie 6	waterdiepte (cm)	Schedefonteinkruid		Gekroesd fonteinkruid		Smalbladig		Zannichellia		Kranswier	
		bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)
23-5-2003	155	10	145								
2-6-2003	180	20	170	5	80						
12-6-2003	175	5	0	30	60						
23-6-2003	180			5	30	20	140				
3-7-2003	175	20	75	5	75						
14-7-2003	150			2	0			10	50		
24-7-2003	170							2	60		
7-8-2003	160	1	60								
22-8-2003	150	1	149								

Locatie 7	waterdiepte (cm)	Schedefonteinkruid		Gekroesd fonteinkruid		Smalbladig		Zannichellia		Kranswier	
		bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)
23-5-2003	185	5	180	2	105						
2-6-2003	165	5	160	5	45						
12-6-2003	175	10	165								
23-6-2003	180	5	0	2	30	5	160				
3-7-2003	160	40	60	2	60						
14-7-2003	170					2	0				
24-7-2003	190	10	5								
7-8-2003	170										
22-8-2003	180										

Locatie 8	waterdiepte (cm)	Schedefonteinkruid		Gekroesd fonteinkruid		Smalbladig		Zannichellia		Kranswier	
		bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)
23-5-2003	150	5	145								
2-6-2003	155	30	135	1	75						
12-6-2003	140	80	120	5	60					80	120
23-6-2003	150			5	0	40	100				
3-7-2003	140			2	60	40	60			40	110
14-7-2003	140			1	40			20	40		
24-7-2003	145	1	85					1	85		
7-8-2003	160	2	40								
22-8-2003	150										

Locatie 9	waterdiepte (cm)	Schedefonteinkruid		Gekroesd fonteinkruid		Smalbladig		Zannichellia		Kranswier	
		bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)
23-5-2003	145	30	135								
2-6-2003	140	30	130								
2-6-2003	140	1	80								
12-6-2003	135	95	105							95	105
23-6-2003	130			2	30	100	100			In lage aantallen tussen de smalbladige fonteinkruidd	
3-7-2003	120							80	40	20	100
14-7-2003	130							60	30	10	120
24-7-2003	130							5	70		
7-8-2003	140										
22-8-2003	150										

Locatie 10	waterdiepte (cm)	Schedefonteinkruid		Gekroesd fonteinkruid		Smalbladig		Zannichellia		Kranswier	
		bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)	bedekking (%)	bevaarbare diepte (cm)
12-6-2003	190	10	0								
23-6-2003	180	10	80								
3-7-2003	180	2	50								
14-7-2003	170	20	0								
24-7-2003	190	2	0								
7-8-2003	190	1	90								
22-8-2003	195	1	40								

BIJLAGE 6

Doorzicht, gemeten tijdens vegetatie-opnamen

	Locatie 1	Locatie 2	Locatie 3	Locatie 4	Locatie 5	Locatie 6	Locatie 7	Locatie 8	Locatie 9	Locatie 10
12-06-03	50	55	60	60	50	75	40	30	30	55
23-06-03	40	35	35	30	40	30	40	10	40	40
03-07-03	30	30	30	30	25	25	30	25	25	30
14-07-03	30	30	40	40	40	50	30	30	30	50
24-07-03	30	30	40	30	30	30	30	10	30	20
07-08-03	30	30	20	20	20	30	30	10	20	30
22-08-03	30	30	30	35	30	30	30	20	25	30