

Aanpak van blauwalgenoverlast

Een onderzoek naar de effecten van uitgevoerde herstelmaatregelen op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten.



Afstudeerproject opleiding Bos- en Natuurbeheer

Marloes van Delft
26 augustus 2010

Aanpak van blauwalgenoverlast

Een onderzoek naar de effecten van uitgevoerde herstelmaatregelen op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten.

Afstudeerproject opleiding Bos- en Natuurbeheer,
door Marloes van Delft
Drunen, 26 augustus 2010

In opdracht van: Waterschap Brabantse Delta
Ir. G.W.A.M. Waajen

Begeleiding: Hogeschool van Hall Larenstein, Velp
Dhr. G. Bongers



Voorwoord

Voor u ligt een onderzoek naar de effecten van herstelmaatregelen op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten. De keuze voor dit onderwerp komt voort uit mijn wens om mijn kennis te verbreden richting aquatische ecologie daar ik in mijn dagelijkse niet de mogelijkheden heb mij daarin te verdiepen. De beheersgebieden van Waterschap Brabantse Delta en Waterschap De Dommel vormden het decor van het onderzoek.

Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van het afstudeerproject van de opleiding Bos- en Natuurbeheer aan Hogeschool van Hall Larenstein te Velp. De inhoudelijke begeleiding vond plaats door de heer G. Bongers en de heer Ir. G.W.A.M. Waajen.

Graag wil een aantal mensen bedanken voor de positieve bijdrage aan dit afstudeerproject. Allereerst mijn docent de heer G. Bongers voor zijn deskundige feedback. Daarnaast de heer G. Waajen van Waterschap Brabantse Delta voor de prettige samenwerking tijdens het veldonderzoek en de inhoudelijke bijdrage aan mijn onderzoek. Tot slot de heer M. Lurling van Wageningen UR voor zijn adviserende rol tijdens het veldonderzoek.

Marloes van Delft,
Drunen, 26 augustus 2010

Inhoud

Samenvatting	7
1. Inleiding.....	8
1.1. Kader	8
1.2. Probleembeschrijving	9
1.3. Probleemstelling	10
1.4. Deelvragen	10
1.5. Doelstelling	10
1.6. Leeswijzer	10
2. Beschrijving onderzoekslocaties	11
2.1. Etten-Leur	11
2.2. Dongen	11
2.3. Eindhoven.....	13
2.4. Uitgevoerde maatregelen	14
2.4.1. Visstandbeheer.....	14
2.4.2. Aanleg natuurvriendelijke oevers	15
2.4.3. Baggeren	16
2.4.4. Toedienen PAC	16
2.4.5. Toedienen Phoslock®	16
2.4.6. Uitzetten van oever- en ondergedoken waterplanten	17
3. Werkwijze.....	18
3.1. Literatuuronderzoek.....	18
3.2. Parameters	18
3.3. Waterplanten in de vijver te Etten-Leur	19
3.4. Waterplanten in de vijvers te Dongen en Eindhoven.....	19
3.4.1. Ontwikkeling op basis van natgewicht.....	20
3.4.2. Ontwikkeling op basis van drooggewicht.....	20
3.4.3. Bepalen van het wortelaandeel	20
3.5. Gegevens verwerking	21
4. Resultaten.....	22
4.1. Etten-Leur	22
4.2. Uitgevoerde herstelmaatregelen.....	22
4.3. Eigenschappen uitgezette waterplanten in Etten-Leur	23
4.3.1. Gewoon sterrenkroos (<i>Callitriche platycarpa</i>)	23
4.3.2. Brede waterpest (<i>Elodea canadensis</i>).....	23
4.3.3. Grof hoornblad (<i>Ceratophyllum demersum</i>).....	23
4.4. Parameters	24

4.4.1.	Doorzicht	24
4.4.2.	Chlorofyl-a	25
4.4.3.	Totaal-P	27
4.4.4.	Stikstof.....	28
4.4.5.	Zuurgraad	29
4.5.	Samenvatting resultaten parameters.....	29
4.6.	Vegetatieopname waterplanten	30
4.7.	Algemene waarnemingen	30
4.8.	Oeverbeplanting	30
4.9.	Waarnemingen per vak.....	31
4.10.	Samenvatting resultaten	32
4.11.	Dongen en Eindhoven.....	33
4.12.	Eigenschappen van de waterplanten in Dongen en Eindhoven.....	33
4.12.1.	Smalle waterpest (<i>Elodea nuttallii</i>).....	33
4.12.2.	Aarverderkruid (<i>Myriophyllum spicatum</i>)	34
4.13.	Resultaten Periode 1.....	34
4.13.1.	Ontwikkeling op basis van natgewicht	35
4.13.2.	Ontwikkeling op basis van drooggewicht	36
4.14.	Resultaten periode 2	36
4.14.1.	Ontwikkeling op basis van natgewicht	37
4.14.2.	Ontwikkeling op basis van drooggewicht	37
4.15.	Verloop van parameters in de vijver in Dongen.	38
4.16.	Verloop van parameters in de vijver in Eindhoven.....	39
4.17.	Totale biomassa per maatregel.....	40
4.18.	Resultaten wortelaandeel van ondergedoken waterplanten	43
5.	Conclusie	45
5.1.	Etten-Leur	45
5.1.1.	Baggeren.....	45
5.1.2.	Visstandbeheer.....	46
5.1.3.	Aanleggen van natuurvriendelijke oevers.....	46
5.1.4.	Uitzetten van ondergedoken waterplanten	46
5.2.	Dongen en Eindhoven	47
5.2.1.	Ontwikkeling op basis van natgewicht.....	47
5.2.2.	Ontwikkeling op basis van drooggewicht.....	47
5.2.3.	Parameters en ontwikkeling van waterplanten	48
5.2.4.	Biomassa per maatregel.....	48
5.2.5.	Wortelaandeel	48
6.	Reflectie op het onderzoek	49
6.1.	Diagnose.....	49

6.2.	Uitzetten en oogsten van de waterplanten	49
6.3.	Bepalen van het wortelaandeel	50
6.4.	Andere factoren	50
7.	Aanbevelingen	51
7.1.	Voorafgaande aan een herstelproject dient een diagnose van het watersysteem opgesteld te worden	51
7.2.	Na afloop van een herstelproject dient gemonitord te worden	51
7.3.	Uitzetten van gebiedseigen waterplanten	51
7.4.	Goede communicatie	52
7.5.	Vervolgen van het onderzoek ontwikkeling ondergedoken waterplanten in Dongen en Eindhoven	53
	Literatuurlijst	54
	Bijlage 1: maatlatten, een toelichting op de toegepaste werkwijze	57
	Bijlage 2: EKR-maatlatten voor fosfaat en stikstof	58
	Bijlage 3a: overzicht uitgezette waterplanten in Etten-Leur	59
	Bijlage 3b: overzicht van de oeverplanten op 2 juni 2010	60
	Bijlage 4: werkwijze uitzetten en oogsten waterplanten	61
	Bijlage 5: persbericht	65
	Bijlage 6a: uitwerking variantie-analyse, natgewicht, Dongen 1	66
	Bijlage 6b: uitwerking variantie-analyse, natgewicht Eindhoven 1	68
	Bijlage 6c: uitwerking variantie-analyse, drooggewicht Dongen 1	70
	Bijlage 6d: uitwerking variantie-analyse, drooggewicht Eindhoven 1	71
	Bijlage 7a: uitwerking variantie-analyse, natgewicht Dongen 2	72
	Bijlage 7b: uitwerking variantie-analyse, natgewicht Eindhoven 2	74
	Bijlage 7c: uitwerking variantie-analyse, drooggewicht Dongen 2	76
	Bijlage 7d: uitwerking variantie-analyse, drooggewicht Eindhoven 2	77
	Bijlage 8: verloop van de parameters in Dongen	78
	Bijlage 9: verloop van de parameters in Eindhoven	79
	Bijlage 10a: biomassa per soort in Dongen en Eindhoven, natgewicht	81
	Bijlage 10b: biomassa per soort in Dongen en Eindhoven, drooggewicht	81
	Bijlage 11: wortelaandeel per soort en locatie	82
	Bijlage 12: stappenplan voor het opstellen van een diagnose	83

Samenvatting

Blauwalgenoverlast is een jaarlijks terugkerend probleem in veel watersystemen. Door eutrofiering kunnen blauwalgen gaan domineren in watersystemen en neemt de waterkwaliteit sterk af. Water wordt troebel, biodiversiteit neemt af en er kan vissterfte optreden door een gebrek aan zuurstof. Daarnaast kunnen blauwalgen gifstoffen produceren die grote risico's kunnen veroorzaken voor de volksgezondheid. Om de blauwalgoverlast aan te pakken worden verschillende maatregelen uitgevoerd door waterbeheerders. Er is echter nog maar weinig bekend over de effecten van deze vaak kostbare en ingrijpende maatregelen op de waterkwaliteit. De probleemstelling van dit onderzoek is dan ook:

Wat zijn de effecten van de uitgevoerde herstelmaatregelen op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten?

De effecten van uitgevoerde herstelmaatregelen zijn onderzocht in het voorjaar van 2010 op de volgende locaties: de vijver aan de Hoge Neerstraat in Etten-Leur, de vijver aan de Monseigneur Schaepmanlaan in Dongen en de vijver aan de Stiffelio in Eindhoven. Deze locaties vallen in de beheersgebieden van Waterschap Brabantse Delta en Waterschap De Dommel. De herstelmaatregelen bestonden uit baggeren, aanleg van natuurvriendelijke oevers, visstandbeheer, uitzetten van oever- en waterplanten en toedienen van PAC en Phoslock®. De situatie in Etten-Leur, dit betreft geen proeflocatie zoals Dongen en Eindhoven, wijkt af. Hier zijn in het voorjaar van 2009 al oever- en waterplanten uitgezet en is geen PAC en Phoslock® toegediend. Tijdens de onderzoeksperiode zijn in de vijvers te Dongen en Eindhoven waterplanten uitgezet en is de ontwikkeling van deze planten gemonitord. De ontwikkeling van de waterplanten is op basis van het nat- en drooggewicht bepaald. Daarnaast is het wortelaandeel van de waterplanten bepaald.

In de vijver in Etten-Leur is gebleken dat de uitgevoerde maatregelen een positief effect hebben veroorzaakt op een aantal van de parameters. Dit effect lijkt echter niet voldoende om de vijver duurzaam om te laten slaan van een troebel, door blauwalgen gedomineerd watersysteem, naar een helder systeem rijk aan biodiversiteit. De omstandigheden bleken ook voor de waterplanten niet voldoende te zijn verbeterd. De ondergedoken waterplanten die in 2009 zijn uitgezet, zijn niet aangeslagen en bijna geheel verdwenen. In de vijvers in Dongen en Eindhoven bleek dat de waterplanten in de compartimenten waar PAC en Phoslock® was toegediend minder goed groeiden dan in de andere compartimenten. In de gebaggerde compartimenten vertoonden de waterplanten het hoogste wortelaandeel.

De resultaten van het onderzoek leiden tot de volgende uitspraken met betrekking tot de probleemstelling. Het was niet mogelijk om de effecten op de ontwikkeling van waterplanten van de afzonderlijke maatregelen in Etten-Leur na te gaan, omdat de maatregelen tegelijkertijd zijn uitgevoerd. Wel blijkt dat het totale pakket aan maatregelen tot een positief effect heeft geleid op enkele parameters. De waterkwaliteit is niet voldoende verbeterd om de blauwalgenoverlast te bestrijden. In de vijvers in Dongen en Eindhoven zijn verschillen aangetoond in de groei van ondergedoken waterplanten in de verschillende compartimenten. Deze verschillen kunnen door de korte duur van het onderzoek niet geheel verklaard worden. Voor de locaties Dongen en Eindhoven is de aanbeveling het onderzoek te vervolgen zolang de compartimenten in de vijvers aanwezig zijn. Dit onderzoek toont aan dat het evalueren een standaard activiteit van herstelprojecten moet zijn.

1. Inleiding

Eutrofiering is wereldwijd een groot waterkwaliteitsprobleem in de meeste watersystemen (Schindler, 2009). De meest in het oog springende gevolgen van eutrofiering zijn vertroebeling van het water, het verdwijnen van ondergedoken waterplanten en bloei van cyanobacteriën (blauwalgen). Hoewel er veel onderzoek is uitgevoerd, is de hoeveelheid werkzame maatregelen om blauwalgen effectief en structureel te bestrijden beperkt. Door een dominantie van blauwalgen in watersystemen neemt de waterkwaliteit sterk af. Water wordt troebel, biodiversiteit neemt af en zuurstof verdwijnt uit het water waardoor vissterfte optreedt. Daarnaast kunnen blauwalgen gifstoffen produceren die grote risico's voor de gezondheid van mens en dier met zich meebrengen. Door het toenemen van de intensiteit en frequentie van toxische blauwalgenbloei voldoen veel wateren niet aan de Europese Kaderrichtlijn Water (hierna: KRW) doelstellingen. Het doel van de KRW is het verbeteren van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater, zodat het water chemisch en ecologisch (weer) gezond wordt en ook voor toekomstige generaties geschikt zal blijven. Alle Europese Lidstaten moeten met maatregelen de waterkwaliteit in hun wateren op orde brengen en houden. De waterschappen zijn verantwoordelijk voor het opstellen van de maatregelenprogramma's en het vastleggen daarvan in het waterbeheersplan.

1.1. Kader

Om aan de Kaderrichtlijn Water te kunnen voldoen heeft het Waterschap Brabantse Delta verschillende projecten in uitvoering om blauwalgenoverlast te bestrijden. Zo zijn er maatregelen uitgevoerd in het kader van het project "Korte termijn aanpak van blauwalgen in West-Brabant". Het doel van dit project is om blauwalgenoverlast, vaak in stadwateren, te bestrijden met maatregelen die op korte termijn resultaten opleveren. Hiervoor heeft het Waterschap in een vijver in Etten-Leur verschillende herstelmaatregelen uitgevoerd. Daarnaast is er door het Ministerie van financiën en de Provincie Noord-Brabant een subsidie beschikbaar gesteld aan de Brabantse Waterschappen (Brabantse Delta, Aa en Maas en de Dommel), Stichting toegepast onderzoek waterbeheer (STOWA) en de leerstoelgroep Aquatische ecologie & Waterkwaliteitsbeheer van de Wageningen Universiteit om de effecten van kansrijke innovatieve maatregelen op de waterkwaliteit op praktijkschaal te testen, het zogenaamde KRW-innovatieproject blauwalgenbestrijding. Deze innovatieve maatregelen worden getest in proefopstellingen in vijvers en plassen in Dongen, Eindhoven, Heesch en Prinsenbeek. In dit rapport worden de proeven in Dongen en Eindhoven uitgewerkt.

Het gewenste resultaat van de vaak ingrijpende en kostbare herstelmaatregelen die worden uitgevoerd is een helder watersysteem. Om een duurzaam helder watersysteem te verkrijgen, is het niet alleen van belang om de juiste maatregelen uit te voeren, maar er ook voor te zorgen dat het systeem zich na het uitvoeren van de maatregelen ecologisch kan ontwikkelen. Het is van het grootste belang dat oever- en ondergedoken waterplanten zich vestigen na het uitvoeren van herstelmaatregelen in een vijver. Daarnaast is het van belang om een goede macrofauna- en visbezetting te verkrijgen. Waterplanten vervullen een sleutelrol in een succesvolle omslag van troebel naar helder water. Als de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten niet op gang komt, zal de omslag van troebel naar helder water niet duurzaam zijn. Waterplanten gaan de concurrentiestrijd aan met blauwalgen om voedingstoffen en houden het slib op de bodem vast, zodat er minder voedingstoffen vanuit de waterbodem in het water terecht komen. Daarnaast zijn roofvissen en algenetend zoöplankton (zoals grote watervlooien) afhankelijk van

waterplanten om in te schuilen. Een gezonde roofvispopulatie zorgt voor een soortenrijke visbezetting in een vijver. Zonder roofvis zal de populatie bodemwoelende vis, zoals karper en brasem, sterk toenemen. Deze soorten brengen veel voedingsstoffen vanuit de waterbodem in de waterkolom tijdens het foerageren en voorkomen door het omwoelen van de bodem dat waterplanten kunnen kiemen. Het gevolg: een troebel, soortenarm watersysteem met een slechte kwaliteit waarin blauwalgen domineren.

Vanwege de sleutelrol die waterplanten hebben in het succesvol omslaan van een troebel naar een helder watersysteem, wil het waterschap graag weten wat de effecten van verschillende herstelmaatregelen zijn op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten. In het kader van deze opdracht zijn de effecten van herstelmaatregelen op de ontwikkeling van waterplanten in drie stadsvijvers in Etten-Leur, Dongen en Eindhoven onderzocht. In de vijver in Etten-Leur zijn in 2009 herstelmaatregelen uitgevoerd om de jaarlijks terugkerende blauwalgenoverlast aan te pakken. Eén van de maatregelen was het uitzetten van oever- en ondergedoken waterplanten. In deze opdracht zal worden bekeken hoe de ondergedoken waterplanten in de vijver zich het afgelopen jaar hebben ontwikkeld na het uitvoeren van de herstelmaatregelen. Naast de uitgevoerde maatregelen zullen ook verschillende relevante parameters in verband worden gebracht met de ontwikkeling van de ondergedoken waterplanten. In de vijvers in Dongen en Eindhoven zijn compartimenten aangebracht waarin herstelmaatregelen afzonderlijk dan wel gestapeld zijn uitgevoerd. In deze compartimenten is de ontwikkeling van uitgezette ondergedoken waterplanten gemonitord gedurende de afstudeerperiode in het voorjaar van 2010.

De afstudeeropdracht is onderdeel van een groter project. Behalve de effecten van de uitgevoerde maatregelen op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten, worden in het kader van het KRW-innovatieproject blauwalgenbestrijding ook de effecten op waterkwaliteit, algenontwikkeling, macrofauna en vissen onderzocht. De resultaten van deze afstudeeropdracht kunnen worden gebruikt door waterbeheerders om afwegingen te maken bij het uitvoeren van herstelprojecten om blauwalgenoverlast te bestrijden.

1.2. Probleembeschrijving

Blauwalgenoverlast is een jaarlijks terugkerend probleem in veel watersystemen. Iedere zomer worden de waterschappen overspoeld met meldingen die betrekking hebben op blauwalgenoverlast. Ook kranten staan in de piekperiode vol met berichten over zwemwateren die worden afgesloten vanwege blauwalgoverlast en stankoverlast veroorzaakt door drijfslagen op stadsvijvers. Om de blauwalgenoverlast aan te pakken voeren waterbeheerders vele verschillende herstelmaatregelen uit. Deze maatregelen kunnen ingrijpend zijn voor het systeem en zijn vaak erg kostbaar. Er is echter nog maar weinig bekend over de effectiviteit van de herstelmaatregelen. In het vakblad H2O/7-2008 stond het artikel “Maatregelen ter voorkoming van blauwalgen werken onvoldoende”. Hierin wordt beschreven dat waterbeheerders vaak geneigd zijn ad-hoc maatregelen te nemen om blauwalgenoverlast aan te pakken, zonder dat zij een beeld hebben van de effectiviteit van de maatregel (Gulati en van Donk, 2002). Deze ad-hoc maatregelen kunnen uiteenlopen van het beluchten van vijvers met pompen tot het opzuigen van de drijfslagen met skimmers, een soort omgekeerde waterstofzuigers. Maatregelen worden vaak ingezet ter voorkoming van drijfslagvorming, maar pakken de bron niet aan. Het bij de bron aanpakken van de blauwalgen is niet eenvoudig. Hoge temperaturen en hoge concentraties van voedingsstoffen zijn de belangrijkste voorwaarden voor groei van blauwalgen. Verlaging van de concentraties voedingsstoffen voor effectieve remming van de blauwalgenbloei is essentieel (Kardinaal et al., 2008).

Waterschap Brabantse Delta en Waterschap De Dommel hebben in drie vijvers herstelmaatregelen uitgevoerd om de concentraties van voedingsstoffen te verlagen. Het is echter niet bekend wat de effecten van deze maatregelen zijn op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten. Dit dient onderzocht te worden tijdens deze afstudeeropdracht.

1.3. Probleemstelling

De probleemstelling is dan ook:

Wat zijn de effecten van de uitgevoerde herstelmaatregelen op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten?

1.4. Deelvragen

De probleemstelling wordt ingevuld door de antwoorden op de volgende deelvragen.

- Welke herstelmaatregelen zijn er in de vijvers uitgevoerd en in welke periode?
- Wat is er bekend over de effecten van de uitgevoerde herstelmaatregelen in soortgelijke watersystemen?
- Welke waarnemingen van parameters zijn beschikbaar en waar zijn deze te verkrijgen?
- Welke parameters kunnen effecten hebben op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten?
- Wat is het verloop van de relevante parameters?
- Is er een verband tussen de uitgevoerde maatregelen en het verloop van de parameters?
- Op welke wijze kan de ontwikkeling van de ondergedoken waterplanten worden onderzocht?
- Hoe hebben de ondergedoken waterplanten zich ontwikkeld?
- Is er een verband tussen de uitgevoerde maatregelen, het verloop van de parameters en de ontwikkeling van de ondergedoken waterplanten?

1.5. Doelstelling

Er dient een beeld gevormd te worden van de effecten die de verschillende herstelmaatregelen hebben op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten en de waterkwaliteit. Op deze manier kan het pakket aan effectieve maatregelen worden uitgebreid en kunnen maatregelen effectiever ingezet worden door waterbeheerders. Door herstelmaatregelen in te zetten waarbij ondergedoken waterplanten zich kunnen ontwikkelen, wordt de kans op een duurzame kwaliteitsverbetering vergroot.

In de vijver te Etten-Leur zal worden onderzocht wat de effecten van de uitgevoerde herstelmaatregelen zijn geweest aan de hand van de ontwikkeling van de in 2009 uitgezette ondergedoken waterplanten. In de vijvers te Dongen en Eindhoven zal door middel van proefopstellingen worden bekeken wat de effecten van verschillende maatregelen zijn op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten. Deze waterplanten worden gedurende de afstudeerperiode uitgezet en gemonitord.

1.6. Leeswijzer

De drie onderzoekslocaties en de uitgevoerde herstelmaatregelen worden besproken in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 wordt de werkwijze besproken die is toegepast tijdens het onderzoek. In hoofdstuk 4 worden de resultaten besproken en in hoofdstuk 5 wordt een conclusie gevormd met betrekking tot de resultaten van de drie vijvers. In hoofdstuk 6 wordt een reflectie op het onderzoek gegeven. Tot slot worden in hoofdstuk 7 de aanbevelingen van het onderzoek beschreven.

2. Beschrijving onderzoekslocaties

2.1. Etten-Leur

De vijver aan de Hoge Neerstraat in Etten-Leur heeft de afgelopen jaren regelmatig te kampen gehad met blauwalgenoverlast. Om deze overlast aan te pakken heeft de beheerder, Waterschap Brabantse Delta, eind 2007 en gedurende 2009 herstelmaatregelen uitgevoerd. In deze vijver is onderzocht wat de effecten van de uitgevoerde herstelmaatregelen op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten en de waterkwaliteit zijn. De vijver heeft een oppervlakte van 1 ha. en ligt aan de Hoge Neerstraat, tussen twee woonwijken en een drukke weg in en wordt alleen gevoed door regenwater. De vijver heeft een functie als retentievijver voor afgekoppeld hemelwater vanuit de aanliggende woonwijk. Overstort vanuit de groene berging waar de vijver mee in verbinding staat vindt nagenoeg niet plaats (Gemeente Etten-Leur 2009). De bodem van de vijver bestaat uit grijze leem en de waterdiepte varieert tussen de 0,75 en 1 meter. In het midden van de vijver is een eiland aanwezig. Voorafgaande aan de werkzaamheden waren er nagenoeg geen ondergedoken of drijvende waterplanten aanwezig in de vijver. De oevers van de vijver waren geheel beschoeid. In september 2008 is de visstand in de vijver onderzocht. Opmerkelijk was het ontbreken van brasem en het nagenoeg ontbreken van roofvis. Mogelijk zijn deze soorten in het verleden onder slechte milieuomstandigheden verdwenen. De visbezetting voor aanvang van de werkzaamheden is geschat op 1231 kilo per hectare (Kalkman 2008), voornamelijk bestaande uit karper.



Afbeelding 1: vijver Hoge Neerstraat te Etten-Leur. (Bron: google maps) 2: vijver Hoge Neerstraat te Etten-Leur (Bron: foto auteur)

De vijver wordt intensief gebruikt als viswater. Hengelsportvereniging 'De Kleine Voorn' in Etten-Leur stelt dat de vijver een belangrijke sociale functie vervult. Er wordt veel gevist door kinderen die nog niet ver van huis mogen vissen en ouders die slecht ter been zijn. Daarnaast worden de eenden veelvuldig gevoerd door omwonenden en gebruiken buurtbewoners de oevers van de vijver intensief als hondenuitlaatplaats.

2.2. Dongen

De vijver is gelegen ten noordwesten van het centrum van Dongen aan de Monseigneur Schaepmanlaan en behoort tot het beheergebied van Waterschap Brabantse Delta. De vijver kent vanuit het verleden blauwalgenoverlast en is geschikt als proeflocatie door de geïsoleerde ligging, dat wil zeggen, de vijver staat niet in contact met ander (voedselrijk) water. Gemeente Dongen was geïnteresseerd in het

In droge zomers wordt er grondwater opgepompt om het peil te handhaven. In de zomer van 2009 zijn acht compartimenten geplaatst in de vijver. Na het plaatsen van de compartimenten zijn de te testen maatregelen uitgevoerd en is er een laag hek met een poort om de vijver heen gezet, er kan nu niet gehengeld worden. Er zijn informatieborden geplaatst om omwonenden te informeren over de proeven die worden uitgevoerd.

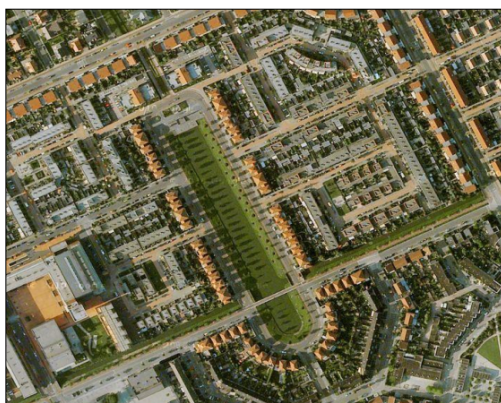
[illegible]

12

2.3. Eindhoven

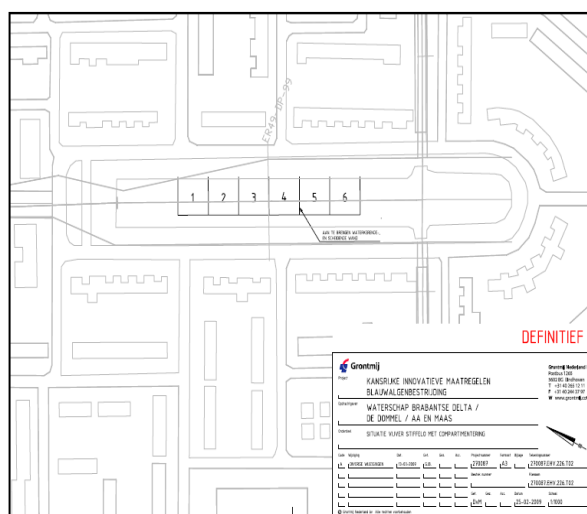
De vijver te Eindhoven ligt aan de Stiffelio en behoort tot het beheersgebied van WS De Dommel. De Stiffelio vijver is gelegen in het noorden van Eindhoven. De vijver staat niet in verbinding met andere waterpartijen. Het wateroppervlakte bedraagt 7086 m² en de vijver is circa 80 cm diep. Voor aanvang van de werkzaamheden waren de oevers van de vijver geheel beschoeid. Er groeiden geen waterplanten in de vijver. Tijdens de visstandbemonstering (april 2009) in de Stiffelio vijver zijn acht vissoorten gevangen, met blankvoorn, brasem, karper en gibel als belangrijkste soorten. Roofvis is nauwelijks aangetroffen. De visbezetting in de vijver is geschat op 649 kilo per 0,7 hectare, wat neerkomt op 927 kilo per hectare (Kalkman, 2009).

De zes compartimenten (oppervlakte 400 m² per compartiment) die geplaatst zijn beslaan niet het gehele oppervlak van de vijver, zoals in Dongen (zie afbeelding 8).



Afbeelding 6: vijver aan de Stiffelio te Eindhoven (Bron: google maps). 7: vijver aan de Stiffelio te Eindhoven (Bron: foto auteur).

In deze vijver is alleen het gedeelte van de vijver afgezet met een hek waar de compartimenten geplaatst zijn. De rest van de vijver is vrij toegankelijk. Veel omwonenden gebruiken de oevers van de vijver als uitlaatplaats voor honden en bij alle bezoeken die aan de vijver zijn gebracht waren er hengelaars aan de kant van de vijver te vinden. Verder wordt er met (radiografisch bestuurbare) bootjes op het water gespeeld door kinderen. Ook hier zijn borden geplaatst met informatie over de proeven die uitgevoerd worden in de vijver.



Afbeelding 8: indeling van de compartimenten in de vijver aan de Stiffelio te Eindhoven (Bron: Grontmij)

2.4. Uitgevoerde maatregelen

In de vijver te Etten-Leur zijn eind 2007 en gedurende 2009 een aantal herstelmaatregelen gestapeld uitgevoerd waaronder baggeren, visstandbeheer, aanleggen van natuurvriendelijke oevers en uitzetten van oever- en ondergedoken waterplanten. Daarnaast zijn er voorlichtingsavonden georganiseerd voor gebruikers en omwonenden van de vijver. In de vijvers te Dongen en Eindhoven worden bovenop de bovengenoemde herstelmaatregelen nog een aantal kansrijke innovatie maatregelen getest om blauwalgenoverlast aan te kunnen pakken zoals het toedienen van een vlokmiddel en een fosfaatbindend middel. In ieder compartiment zijn verschillende maatregelen of een combinatie van maatregelen uitgevoerd, behalve in het blanco compartiment. Dit is een compartiment waar geen enkele maatregel is uitgevoerd en dus de oorspronkelijke toestand weergegeven wordt. De compartimenten zijn zo aangelegd dat er geen uitwisseling van water tussen de compartimenten kan ontstaan. De uitgevoerde maatregelen of combinaties van maatregelen zijn in beide vijvers gelijk. Hierna worden kort de uitgevoerde maatregelen toegelicht.

2.4.1. Visstandbeheer

Visonderzoek had uitgewezen dat de visbezetting zeer omvangrijk en soortenarm was in alle drie de vijvers. Bij het afvissen werden voornamelijk blankvoorn en karper aangetroffen, er waren bijna geen roofvissen aanwezig in de vijvers. Ook zijn er bijna geen waterplanten aangetroffen tijdens het afvissen (Kalkman, 2009).

In voedselrijk water is de populatie van planktivore en benthivore vis (kleine en grote brasem) vaak groot en de roofvispopulatie (snoek) klein. Snoek is afhankelijk van helder water om te kunnen jagen en van waterplanten (macrofyten) die als schuilgelegenheid kunnen dienen. Planktivore vis eet watervlooien, de natuurlijke consument van algen¹, waardoor de predatie op algen vermindert. Benthivore vis woelt de bodem om op zoek naar voedsel en maakt hierbij het water troebel. In voedselrijke wateren zijn ondergedoken waterplanten vaak afwezig, doordat cyanobacteriën het benodigde licht voor de ontwikkeling van waterplanten tegenhouden. Door de te kleine roofvispopulaties neemt predatie af, zodat de planktivore en benthivore vis populatie zich nog verder uit kan breiden. Met als resultaat dat ondergedoken waterplanten zich niet kunnen handhaven en zullen verdwijnen.

Deze neerwaartse spiraal kan worden doorbroken door ingrepen te doen in de voedselketen, zoals visstandbeheer. Het is bekend dat de beste resultaten worden behaald als de planktivore visstand wordt gereduceerd tot < 50 kg vis per hectare en deze hoeveelheid ook gehandhaafd blijft (Meijer, 2000). Natuurlijk blijft de toename van nutriënten een grote rol spelen, visstandbeheer zal effectiever zijn als de beschikbaarheid van nutriënten af zal nemen (Jeppesen et al., 1994; Moss, 1999). Visstandbeheer is een maatregel om aanvullend uit te voeren, op een locatie waar ook andere maatregelen genomen worden.

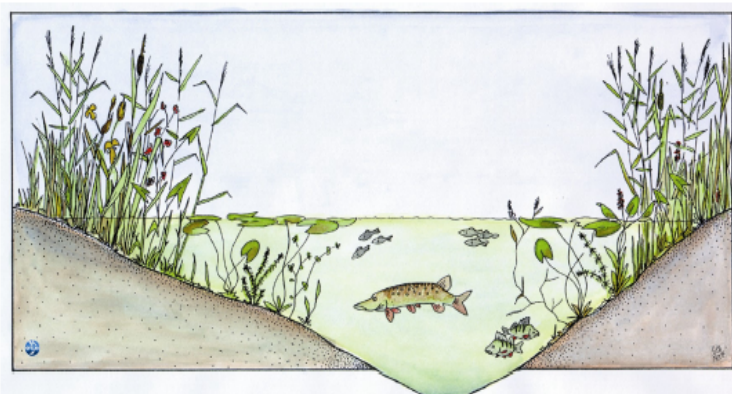
De vijver in Etten-Leur is geheel afgevisd, in overleg met Hengelsportvereniging 'De Kleine Voorn' is 175 kg/ha teruggeplaatst in de vijver. In de vijver te Eindhoven zijn enkel de compartimenten afgevisd, het overige deel van de vijver is niet afgevisd. In de compartimenten is het gewenste visbestand van het Snoek-Blankvoorn type uitgezet, behalve in het blanco compartiment waar geen maatregelen zijn uitgevoerd,

¹ Watervlooien consumeren algen, maar hierbij dient de opmerking gemaakt te worden dat watervlooien de voorkeur geven aan het eten van andere algensoorten, geen blauwalgen. De kleine watervlooien zijn fysiek niet in staat om blauwalgen te eten vanwege het draderige karakter. Grote watervlooien zijn wel in staat blauwalgen te eten, maar zullen deze alleen consumeren als andere algen niet meer beschikbaar of zeer schaars zijn.

is geen vis teruggeplaatst. In afbeelding 9 wordt het Snoek-Blankvoorn type beschreven. De vijver in Dongen is geheel afgevist. Tijdens het schrijven van dit rapport waren er nog geen jonge snoeken voorradig en het gewenste vistype zal later in 2010 worden uitgezet.

Snoek-blankvoorn viswatertype

Het snoek-blankvoorn type kenmerkt zich door een doorzicht van 40 tot 70 cm. De planten bedekken 20 tot 60% van de wateroppervlakte. Zoals uit de naam blijkt, zijn blankvoorn en snoek kenmerkende soorten voor dit type. De hoeveelheid en het type waterplanten zijn bepalend voor de mate waarin andere soorten kunnen voorkomen. Plantminnende soorten als ruisvoorn en zeelt zullen een kleiner aandeel van de biomassa uitmaken dan in het ruisvoorn-snoek type. Andere begeleidende soorten die in het snoek-blankvoorn type kunnen voorkomen, zijn baars, brasem, karper, kleine modderkruiper, kolblei, paling en bittervoorn.



**Snoek-
blankvoorn
viswatertype**

Afbeelding 9: uitleg van het Snoek-blankvoornviswatertype. (Bron: basisboek Visstandbeheer, Sportvisserij Nederland).

Zoals gezegd is het van belang om visstandbeheer aanvullend uit te voeren in een herstelproject. Een eenzijdige, hoge visbezetting zorgt ervoor dat een watersysteem niet kan herstellen. Het is echter niet altijd mogelijk om deze maatregel uit te voeren, hengelsportverenigingen die de visrechten bezitten in de betreffende vijvers hebben vaak kritiek op het uitvoeren van deze maatregel. Zij geven aan leden te zullen verliezen als de visstand wordt beheerd. Soms wordt er dan illegaal brasem en karper uitgezet om de visbezetting weer te verhogen. Dit kan grote effecten hebben op het resultaat van het herstel.

2.4.2. Aanleg natuurvriendelijke oevers

De oevers van de vijver te Etten-Leur, maar ook de oevers van de vijvers in Dongen en Eindhoven waren voorafgaande aan de werkzaamheden totaal beschoeid. Er groeiden nagenoeg geen oeverplanten. Als deze al aanwezig waren stonden deze niet in contact met het water. Door de abrupte overgang van nat naar droog bestond er geen groeiplaats voor helofyten. De aanwezigheid van deze planten is belangrijk voor macrofauna en vissen die in het watersysteem leven. Ze bieden schuilplaatsen en paaipplaatsen voor macrofauna en vissen. Daarnaast nemen ze voedingsstoffen uit het water op en verbeteren op die manier ook de chemische waterkwaliteit. In alle drie de vijvers is getracht (een deel van) de oevers geleidelijker af te laten lopen om zo een drassige oeverzone te creëren waar helofyten kunnen groeien. Deze maatregel is meegenomen in het onderzoek in Etten-Leur. Deze maatregel is niet meegenomen in het onderzoek in Dongen en Eindhoven. Daar is de beschoeiing nog steeds in tact. Er is een klein deel van de steile oever weg gegraven, maar dit zal weinig tot geen invloed hebben op de waterkwaliteit, omdat de beschoeiing nog steeds volledig aanwezig is.

2.4.3. Baggeren

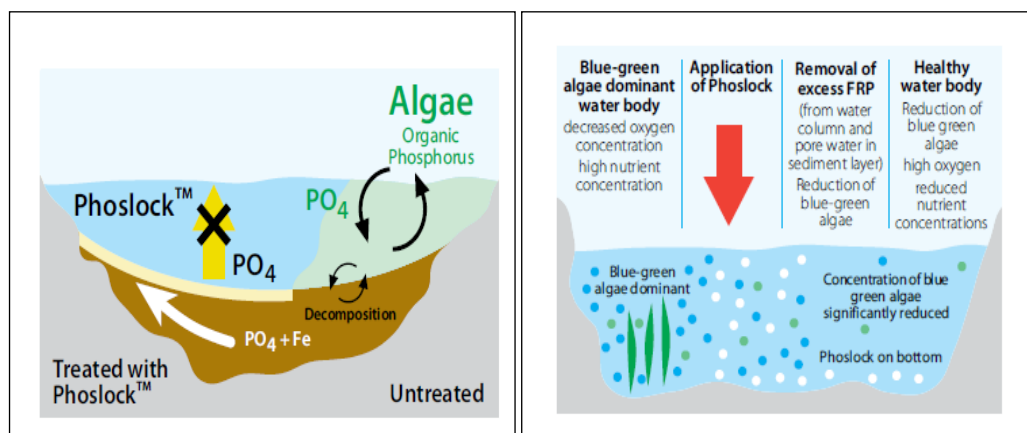
In de vijver te Etten-Leur en in de compartimenten 1 en 2 van de vijvers in Dongen en Eindhoven is de nutriëntenrijke sliblaag op de waterbodem verwijderd. Dit vermindert de beschikbaarheid van nutriënten in een watersysteem.

2.4.4. Toedienen PAC

In de compartimenten 2 en 4 van de vijvers in Dongen en Eindhoven is het vlokmiddel Melfloc-39 (Polyaluminiumhydroxidechloride/PAC, hierna PAC genoemd) toegediend. Bij deze maatregel wordt de overmaat aan P (particulair en opgelost) gebonden in de vlokken, maar interne bronnen worden niet aangepakt. PAC zorgt ervoor dat troebel water in een zeer korte periode helder wordt doordat de vlokken inclusief de ingevangen deeltjes die het water troebel maken bezinken. De kans op een snelle terugval naar een troebele toestand wordt echter zeer groot geacht (Lurling 2009). Het aanvullend toedienen van een P-fixatief kan bijdragen aan een duurzame verbetering van de waterkwaliteit, fosfaat wordt permanent gebonden en is niet meer beschikbaar in het watersysteem. Het P-fixatief wat is toegediend in het kader van het project is Phoslock®. In compartiment 4 zijn PAC en Phoslock® toegediend. Het uitgangspunt voor de keuzes van de maatregelen is een effectieve vervanging zoeken voor de kostbare en ingrijpende maatregel baggeren.

2.4.5. Toedienen Phoslock®

In de compartimenten 3 en 4 van de vijvers in Dongen en Eindhoven wordt deze behandeling getest. Phoslock® is een commercieel verkrijgbare klei dat met het metaal lanthanum is gemodificeerd. Het is ontwikkeld om permanent een zeer groot deel van het opgelost beschikbaar fosfor in zoetwater in korte reactietijd te binden. Uit onderzoek blijkt dat Phoslock® zowel de concentratie fosfaat in de waterkolom als in het sediment verlaagd tot soms zelfs onmeetbaar niveau (Haghseresht, 2004; Robb *et al.*, 2003; Greenop en Robb, 2001). In onderstaande figuur wordt de werking van Phoslock® weergegeven.



Figuur 1: werking van Phoslock®. (Bron: Phoslock Water Solutions Ltd, Newsletter Lake Restoration and reservoir Managment, oktober 2007).

Nadat het metaal lanthanum bindt met het fosfaat in de waterkolom zakt het naar de bodem en vormt daar een afgesloten laagje van een paar millimeter. Als vooraf PAC wordt toegediend worden ook de vlokken vastgelegd die eerder door het toedienen van PAC zijn gevormd. De laag Phoslock® die op het sediment ligt blijft P onttrekken aan het nutriëntenrijke sediment.

2.4.6. Uitzetten van oever- en ondergedoken waterplanten

Waterplanten vervullen een sleutelrol in het proces van een omslag van een troebel naar een helder watersysteem. In dit onderzoek zal worden onderzocht wat het effect van verschillende maatregelen is op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten. Waterplanten dienen als schuilplaats en eiafzetplaats voor macrofauna en (roof)vissen en houden het slib op de bodem vast zodat het minder opgeweld, wat troebel water kan veroorzaken. Daarnaast concurreren waterplanten om voedingstoffen met blauwalgen.

In tabel 1 wordt een totaal overzicht weergegeven van de uitgevoerde maatregelen op de drie locaties. Voor de vijvers in Dongen en Eindhoven wordt per maatregel beschreven in welke compartimenten deze zijn uitgevoerd.

Uitgevoerde maatregel	Etten-Leur	Dongen	Eindhoven
Baggeren	X	1, 2	1, 2
Visstandbeheer	X	1, 2, 3, 4, 6	1, 2, 3, 4, 5
Uitzetten waterplanten	X	1, 2, 3, 4, 6	1, 2, 3, 4, 5
Toedienen PAC		2, 4	2, 4
Toedienen Phoslock®		3, 4	3, 4
Aanleg natuurvriendelijke oevers	X	Alle compartimenten	Alle compartimenten

Tabel 1: overzicht van de uitgevoerde maatregelen per locatie en per compartiment.

De effecten van de hierboven beschreven maatregelen op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten zullen in het hoofdstuk 4 'resultaten' worden beschreven.

3. Werkwijze

In alle drie de vijvers zijn de effecten van de uitgevoerde herstelmaatregelen op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten onderzocht. In de vijver in Etten-Leur was het uitzetten van oever- en waterplanten onderdeel van het herstelproject. De ondergedoken waterplanten zijn uitgezet in mei 2009. In deze vijver is specifiek bekeken of er een verband bestaat tussen het verloop van relevante parameters na het uitvoeren van de maatregelen en de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten. In de vijvers te Dongen en Eindhoven is het uitzetten van ondergedoken waterplanten één van de te testen herstelmaatregelen, de planten zijn tijdens de afstudeerperiode uitgezet en de ontwikkeling is gemonitord. Het verloop van de parameters die beschikbaar zijn worden gebruikt in de onderbouwing van de resultaten. Hierna wordt de toegepaste werkwijze beschreven.

3.1. Literatuuronderzoek

In de vijver aan de Hoge Neerstraat te Etten-Leur zijn in 2007 en 2009 herstelmaatregelen uitgevoerd in het kader van het project 'Korte termijn aanpak Blauwalgen in West-Brabant'. Waterschap Brabantse Delta had niet duidelijk in beeld welke herstelmaatregelen uitgevoerd waren en in welke periode deze waren uitgevoerd. De betreffende informatie is achterhaald door het raadplegen van digitale bestanden van oud medewerkers van Waterschap Brabantse Delta en het interviewen van medewerkers van externe organisaties die betrokken zijn geweest bij de uitvoering van het project. Daarnaast is er literatuur verzameld over alle uitgevoerde maatregelen in de drie vijvers om meer kennis te vergaren over de effecten van de maatregelen in vergelijkbare watersystemen.

3.2. Parameters

Voor het onderzoek in de vijver te Etten-Leur zijn gegevens van een aantal parameters gebruikt die maandelijks door Delta Waterlab te Breda worden gemeten. De waarnemingen vanaf juni 2008 (eerste meting) tot en met mei 2010 zijn meegenomen in deze opdracht. Voor het onderzoek in de vijvers te Dongen en Eindhoven zijn de waarnemingen gebruikt die twee wekelijks door de WUR zijn gemeten in de periode van augustus 2009 t/m juli 2010.

Er worden vele parameters gemeten in de vijvers. In deze opdracht is ervoor gekozen om de meest relevante parameters met betrekking tot de ontwikkeling van waterplanten te bespreken. Daarnaast zijn dit de parameters waaraan de waterkwaliteit beoordeeld kan worden middels EKR-maatlatten. Het verloop van de parameters doorzicht, pH, totaal-fosfaat, totaal-stikstof en chlorofyl-a zal verder worden uitgewerkt in hoofdstuk 4 'resultaten'.

De parameters gemeten in de vijvers te Etten-Leur zijn omgezet naar Microsoft Excel 2007 en in grafieken geplaatst. In deze grafieken wordt ook aangegeven wanneer de herstelmaatregelen zijn uitgevoerd. De grafieken geven het verloop van de parameters voor en na de uitvoering van de herstelmaatregelen weer. Om de verschillende parameters te beoordelen is gebruik gemaakt van EKR-maatlatten die landelijk per type water ontwikkeld zijn (van der Molen & Pot, 2007). Deze EKR-maatlatten geven de kwaliteit weer op een schaal van 0 tot 1. Het hiervoor gebruikte getal wordt de Ecologische KwaliteitsRatio (EKR) genoemd. Bij een EKR-waarde van 0 is het water ecologisch dood en bij een EKR-waarde van 1 is de ecologische kwaliteit maximaal. Bovenstaande maatlatten zijn opgesteld voor natuurlijke watersystemen. Om de kwaliteit van sterk veranderde en kunstmatige waterenlichamen zoals de vijver te Etten-Leur te kunnen beoordelen kan gebruik

gemaakt worden van een aangepaste waardering. In bijlage 1 van dit rapport wordt de werkwijze omtrent de beoordeling met behulp van de EKR-maatlatten toegelicht. De gebruikte tabellen van de matlatten voor sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen zijn bijgevoegd in bijlage 2.

De parameters gemeten in de vijvers te Dongen en Eindhoven zijn aangeleverd in Microsoft Excel en weergegeven in grafieken gemaakt in Excel 2007. In hoofdstuk 4 'resultaten' wordt het verloop van de parameters besproken.

3.3. Waterplanten in de vijver te Etten-Leur

In mei 2009 zijn in de vijver te Etten-Leur verschillende soorten ondergedoken waterplanten uitgezet, zoals grof hoornblad, brede waterpest en sterrenkroos. In bijlage 3a van dit rapport is een overzicht van de uitgezette waterplanten bijgevoegd. Bij het bepalen van het huidige bedekkingspercentage van ondergedoken waterplanten is gebruik gemaakt van de Tansley-schaal en de Braun Blanquet-schaal (zie bijlage 3a). De ontwikkeling van ondergedoken waterplanten in het afgelopen jaar is beoordeeld aan de hand van het verschil tussen de bedekking van de uitgezette planten en de huidige bedekking.

De vegetatieopname (2 juni 2010) is over de gehele vijver uitgevoerd, waarbij de vijver verdeeld is in drie vakken. Deze verdeling is gemaakt om er tijdens de opname zeker van te zijn dat de gehele vijver goed werd onderzocht. Elk vak is onderzocht door met een boot langzaam rond te varen en constant te "harken" met een gewone hark. Om de paar meter werd de hark gecontroleerd op eventueel aanwezige ondergedoken waterplanten. De aangetroffen planten werden meteen op naam gebracht en ingetekend op een kaart. Het bedekkingspercentage is per soort bepaald. De resultaten worden niet per vak, maar voor de gehele vijver besproken in het hoofdstuk 4 'resultaten'.

3.4. Waterplanten in de vijvers te Dongen en Eindhoven

Eén van de te testen maatregelen in de vijvers te Dongen en Eindhoven is het uitzetten van ondergedoken waterplanten. Door de ontwikkeling van deze uitgezette waterplanten te monitoren gedurende circa 3 maanden kan eventueel een verband worden gelegd tussen de ontwikkeling van de waterplanten en de behandeling van het betreffende compartiment. Het voert te ver om de toegepaste werkwijze van het uitzetten, oogsten en verzamelen van de gegevens in het rapport te bespreken. Een uitgebreid verslag van de werkwijze is te vinden in bijlage 4 van dit rapport.

Er is gekozen om de ontwikkeling van de waterplanten op basis van het natgewicht en het drooggewicht te bepalen. Het natgewicht is het gewicht van de planten na het centrifugeren in een slacentrifuge. De planten zullen een zelfde behandeling ondergaan. Toch is het mogelijk dat er verschillen tussen de monsters ontstaan door een verschil in aanhangend water. Dichte goed ontwikkelde bossen zullen meer water vasthouden na het centrifugeren dan slecht ontwikkelde planten. De ontwikkeling op basis van het drooggewicht zal een nauwkeuriger beeld geven.

Aanvullend wordt het wortelaandeel bepaald. Hiervoor is gekozen omdat tijdens een onderzoek in 2009 bleek dat *Elodea nuttallii* significant wordt geremd in de groei en meer wortels ontwikkelt in laboratoriumproefopstellingen waar Phoslock® en/of PAC is toegediend (Pauwels, 2009). Pauwels beveelt in het rapport aan om verder onderzoek uit te voeren om aan te tonen dat waterplanten minder snel groeien en meer wortels ontwikkelen bij een behandeling van Phoslock® en/of PAC.

Hierna wordt de werkwijze van het bepalen van de ontwikkeling in natgewicht en drooggewicht en het wortelaandeel besproken.

3.4.1. Ontwikkeling op basis van natgewicht

- 1) Het plantmateriaal is per net grondig schoongespoeld en 2 x 10 keer gecentrifugeerd in een slacentrifuge;
- 2) Met een keukenweegschaal is het natgewicht van het plantmateriaal per net bepaald en genoteerd;
- 3) Aanvullend is de vitaliteit van het plantmateriaal per net beschreven;
- 4) Het verschil tussen het uitzet- en oogstgewicht is bepaald;
- 5) Voor *Myriophyllum spicatum* is terug gerekend naar een uitzetgewicht van 100 gram omdat deze uitzetgewichten allemaal verschillend waren. Van *Elodea nuttallii* is 100 gram uitgezet;
- 6) Een positief verschil betekent een toename in de ontwikkeling en een negatief verschil geeft een afname in de ontwikkeling weer;
- 7) Per compartiment is de gemiddelde ontwikkeling in grammen berekend op basis van 5 gewichten per soort;

3.4.2. Ontwikkeling op basis van drooggewicht

- 1) Per net is na het bepalen van het natgewicht een monster van plantmateriaal (ongeveer 10-20 gram) genomen om te drogen;
- 2) De bakjes waarin de monsters worden gedroogd, zijn eerst leeg gewogen (inclusief het stickertje met de code van het vak en locatie) en daarna met het vers plantmateriaal;
- 3) Vervolgens zijn de monsters gedurende één week in een droogstoof gedroogd op 50 graden Celsius;
- 4) Na de week in de droogstoof zijn de bakjes, voorafgaande aan het wegen, gedurende enkele minuten afgekoeld in een exicator;
- 5) Het gedroogde monster is gewogen inclusief het bakje, vervolgens is het gewicht van het lege bakje hiervan afgetrokken om het gewicht van het droge plantmateriaal te bepalen;
- 6) Het percentage droog materiaal van het verse monster en het vers uitgezette plantmateriaal is bepaald. Hierbij is wanneer noodzakelijk weer teruggerekend naar een uitzetgewicht van 100 gr.;
- 7) Door middel van het percentage van het drooggewicht van het uitgangsmateriaal (8.08 % *Myriophyllum spicatum* en 9.52 % *Elodea nuttallii*) is het verschil in uitzet- en oogstgewicht bepaald in grammen;
- 8) Per compartiment is per soort de gemiddelde ontwikkeling van het plantmateriaal in grammen berekend op basis van 5 gewichten per soort.

3.4.3. Bepalen van het wortelaandeel

- 1) De spruiten van de netten 9 en 10 van ieder compartiment zijn gescheiden van de wortels;
- 2) Bij de soort *Elodea nuttallii* was duidelijk zichtbaar waar de wortels begonnen. Bij *Myriophyllum spicatum* was het lastig te bepalen welk deel van het plantmateriaal de wortel was. Bij deze soort is het deel van de plant dat geen bladeren meer had en vele kleine worteltjes bevatte meegenomen als wortel;
- 3) Van de spruiten en de wortels is apart het nat- en drooggewicht bepaald;
- 4) De bakjes zijn eerst leeg gewogen en daarna met de verse wortels en spruiten;
- 5) De spruiten en wortels zijn gedurende één week in een droogstoof gedroogd op 50 graden Celsius;
- 6) Voorafgaande aan het wegen van de drooggewichten zijn de bakjes gedurende enkele minuten afgekoeld in een exicator;
- 7) De bakjes met de gedroogde spruiten en wortels zijn gewogen, waarna het leeggewicht van het bakje is afgetrokken van het totaalgewicht;

-
- 8) Aan de hand van het drooggewicht van de spruit en het drooggewicht van de wortel is het wortelaandeel bepaald van het plantmateriaal in het net;
 - 9) Per compartiment is het gemiddelde wortelaandeel bepaald in percentages op basis van 2 metingen per soort.

3.5. Gegevens verwerking

Na het verzamelen van de gegevens zijn deze verwerkt in Microsoft Excel 2007 spreadsheets. Met behulp van Excel zijn grafieken gemaakt om de verschillende resultaten in beeld te brengen.

Met behulp van een variantie-analyse in het statistisch software programma SPSS (versie 17.0) is getoetst of de gemiddelde gewichten per vak aan elkaar gelijk zijn. Voor de toetsing van de vakken op de locaties Dongen en Eindhoven is gebruik gemaakt van de analyse One way ANOVA. Met behulp van deze analyse kan een variantie-analyse met één onafhankelijke variabele worden uitgevoerd. In deze opdracht is standaard het significantieniveau van 0,05 gebruikt. Het uitvoeren van deze test geeft bij een significant verschil alleen aan dat niet alle gemiddelden gelijk aan elkaar zijn. Het is echter nog niet duidelijk welke gemiddelden van elkaar verschillen. Om de groepen paarsgewijs met elkaar te vergelijken is gebruik gemaakt van de Bonferroni toets uit het subdialoogvenster 'One Way ANOVA: Post Hoc Multiple Comparisons'. Bij deze toets wordt het significantieniveau gedeeld door het aantal gemaakte vergelijkingen (uitgevoerde toetsen). Voor deze toets is ook het significantieniveau van 0,05 gebruikt.

4. Resultaten

Dit hoofdstuk is opgebouwd uit de bevindingen van de verschillende onderzoeken uitgevoerd zoals beschreven in hoofdstuk 3 'werkwijze'. Het hoofdstuk is opgebouwd uit twee delen. Eerst zullen de resultaten in de vijver te Etten-Leur worden besproken en daarna de resultaten van de vijvers in Dongen en Eindhoven.

4.1. Etten-Leur

Eerst wordt er een opsomming gegeven van de uitgevoerde herstelmaatregelen, daarna wordt het verloop van de relevante parameters en de eventuele effecten die de herstelmaatregelen hebben gehad op het verloop van deze parameters besproken. De ecologische toestand van de vijver wordt beoordeeld aan de hand van EKR-maatlatten. Als laatste komen de resultaten van de vegetatieopname aan bod. Uit deze resultaten zal blijken hoe de ondergedoken waterplanten zich ontwikkeld hebben in het afgelopen jaar.

4.2. Uitgevoerde herstelmaatregelen

Om de effecten van de uitgevoerde maatregelen op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten te kunnen onderzoeken is uitgezocht welke herstelmaatregelen er in welke periode zijn uitgevoerd in de vijver te Etten-Leur. De maatregelen en het verloop van de parameters zijn in grafieken geplaatst.

In tabel 2 is een overzicht weergegeven van de uitgevoerde herstelmaatregelen en de periode waarin deze zijn uitgevoerd in de vijver te Etten-Leur.

Herstelmaatregel	Periode
Afvissen	2-mrt-09
Baggeren	3-mrt-09
Aanbrengen schanskorven en leemgrond om eiland	10-mrt-09
Vullen vijver Brabant Water	6-mei-09
Aanplant ondergedoken waterplanten	8-mei-09
Uitzetten vis	1-jun-09
Vullen vijver Brabant water	15-jun-09
Aanplanten oeverbeplanting	17-jun-09
Vullen vijver Brabant water	22-jun-09

Tabel 2: Overzicht van de uitgevoerde herstelmaatregelen en de periode waarin de maatregelen in de vijver te Etten-Leur zijn uitgevoerd (Bron: Grontmij).

De maatregelen zijn verdeeld naar gelang de periode van uitvoering. Iedere combinatie van herstelmaatregelen heeft een kleur gekregen. De kleur van de pijl in de grafieken komt overeen met de combinatie van herstelmaatregelen die uitgevoerd zijn, daarbij geeft de pijl in de grafiek de periode van de uitvoering weer. Het is niet relevant om alle maatregelen apart weer te geven. Ten eerste zijn er tijdens het uitvoeren van de maatregelen in de maanden maart en april geen metingen verricht omdat de vijver toen droog stond in verband met de werkzaamheden. Ten tweede zijn de parameters niet voldoende intensief gemeten om per maatregel iets over de effecten op de parameters te kunnen zeggen. In bijlage 3a van het rapport is een overzicht gegeven van de hoeveelheden en soorten oever- en ondergedoken waterplanten die uitgezet zijn in mei en juni 2009.



Afbeelding 10: enkele van de uitgevoerde herstelmaatregelen, de net gebaggerde vijver, 11: de schanskorven rondom het eiland en 12: het uitzetten van de oeverbeplanting (Bron: foto G. Waajen).

Niet alle bovengenoemde maatregelen zijn herstelmaatregelen die zijn uitgevoerd om de ecologische kwaliteit te herstellen. De vijver is drie keer bijgevuld met leidingwater. Dit was geen geplande herstelmaatregel maar uitgevoerd om het vulproces te versnellen. Na de herstelmaatregelen heeft de vijver lange tijd leeggestaan wat onvrede bij omwonenden heeft veroorzaakt. Voorafgaand aan de maatregelen in 2009, is in 2007 het smalle gedeelte van de vijver gebaggerd. Deze werkzaamheden zijn niet meegenomen in het onderzoek omdat in deze periode nog geen metingen werden verricht in de vijver.

4.3. Eigenschappen uitgezette waterplanten in Etten-Leur

Hierna worden de eigenschappen van de uitgezette waterplanten besproken. Het is van belang om te weten onder welke omstandigheden de uitgezette soorten optimaal kunnen ontwikkelen.

4.3.1. Gewoon sterrenkroos (*Callitriche platycarpa*)

Deze soort groeit in allerlei wateren, maar vooral in ongeveer neutraal, tamelijk carbonaatrijk water en fosfaatarm, zoet water boven een zandige of kleiige, weinig of niet venige, fosfaatrijke bodem. De plant verdraagt een zekere waterverontreiniging, maar heeft voor ammoniak en andere meststoffen een geringe tolerantie. Gewoon sterrenkroos groeit met name in beken, in stromende of regelmatig geschoonde sloten en in kanalen, ook in vrij diepe wateren. De soort wortelt in de bodem en kan zowel in het water als op het droge leven (Weeda et al., 1985).

4.3.2. Brede waterpest (*Elodea canadensis*)

Waarschijnlijk is de soort omstreeks 1820 in Engeland ingevoerd vanuit Amerika. In de loop van de 19^{de} eeuw veroverde brede waterpest het grootste deel van Europa. Omstreeks de eeuwwisseling behoorde brede waterpest in Nederland tot de algemeenste waterplanten. In de tweede helft van de 20^{ste} eeuw veranderde de status van algemene waterplant naar zeldzamer en navenant graag geziene indicator van het betere water. Vermoedelijk heeft de opkomst van smalle waterpest het verdwijnen van brede waterpest op veel plaatsen versneld, maar de hoofdoorzaak van de achteruitgang is de verandering in de kwaliteit van het Nederlandse oppervlakte water. Brede waterpest is een plant van neutraal tot basisch, matig voedselarm tot voedselrijk water. Het is een plant van wateren met een samenstelling zonder opvallend hoge gehalten aan bepaalde voedingsstoffen. De plant groeit op vrijwel alle grondsoorten. Het zijn snelgroeiende breekbare, in de bodem wortelende planten met lange vertakte vrij dicht bebladerde stengels (Weeda et al., 1985).

4.3.3. Grof hoornblad (*Ceratophyllum demersum*)

Vergeleken met de meeste andere waterplanten is hoornblad een vrij uitgesproken schaduw plant. Directe bestraling door de zon verdraagt de plant niet. De plant kan zich goed handhaven in troebel of door humuszuren bruin gekleurd water. Het groeit

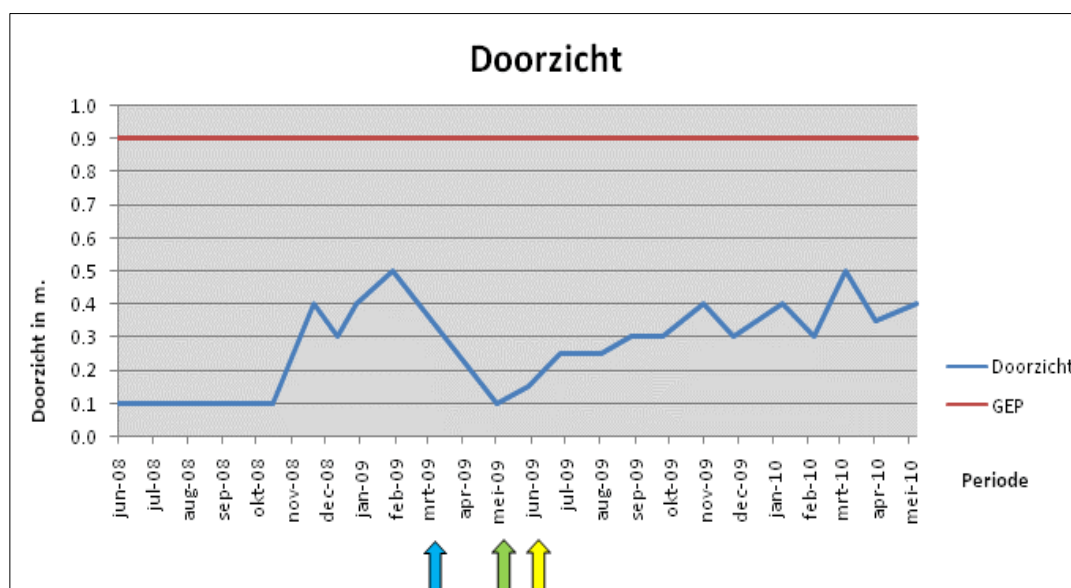
in stilstaand soms in zwakstromend, zoet water, waarin alle voedingsstoffen in overvloed aanwezig zijn (carbonaat, fosfaat en nitraat). Voor grote schommelingen in het ammoniak en chloridegehalte is de soort gevoelig. De hele plant leeft ondergedoken en wortels ontbreken, De stengel zweeft in het water en is al of niet door omlaag groeiende, bleke zijstengels los in de bodem verankerd (Weeda et al. 1985).

4.4. Parameters

In deze opdracht is ervoor gekozen om het verloop van de parameters doorzicht, chlorofyl-a, totaal-P, totaal-N en pH verder uit te werken. Deze parameters zijn van directe invloed op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten en daarnaast kan de waterkwaliteit aan de hand van deze parameters worden beoordeeld door middel van de EKR-maatlatten. In de grafieken is het verloop van de parameters uitgezet tegen de GEP-norm (goed ecologisch potentieel) van de betreffende parameter.

4.4.1. Doorzicht

Ondergedoken waterplanten zijn voor fotosynthese afhankelijk van het zonlicht dat doordringt op de diepte waarop de planten zich bevinden. Het op het watervlak vallend licht wordt voor een deel gereflecteerd, het andere deel dringt in het water door. De lichtintensiteit die de ondergedoken waterplanten kan bereiken is afhankelijk van de zwevende bestanddelen in het water. Hoe troebeler het water is, hoe minder licht de ondergedoken waterplanten zullen ontvangen en hoe minder de planten zich kunnen ontwikkelen. Het doorzicht in de vijver wordt gemeten met een Secchi-schijf.



Grafiek 1: het verloop van het doorzicht in m. uitgezet tegen de GEP-norm van doorzicht in de periode van juni 2008 t/m mei 2010.

In grafiek 1 is het verloop van de parameter doorzicht en de GEP-norm van doorzicht (0,9 m) weergegeven. De werkzaamheden lijken een positief effect te hebben veroorzaakt gezien de stijging van het doorzicht, dit is echter niet voldoende om de GEP-norm van 0,9 m te bereiken. Het is waarschijnlijk dat de herstelmaatregelen visstandbeheer en baggeren een positief effect hebben gehad op het doorzicht. Bij het afvissen is 400 kg gibel en 600 kg karper verwijderd (Kalkman, 2009). Door bodemwoelende vis te verwijderen wordt er minder slib opgewerveld. Daarnaast vermindert baggeren de interne nutriëntenbron, door het verwijderen van nutriënten zijn er minder voedingsstoffen beschikbaar voor blauwalgengroei. Als er wordt

gekeken naar de periode van juni t/m oktober in 2008 en deze periode in 2009 is er een stijging te zien van gemiddeld 0,1 m in 2008 naar gemiddeld 0,25 m in 2009. Dit betekent een toename van 150 %. Het doel van de herstelmaatregelen was gericht op het bevorderen van goede omstandigheden voor ondergedoken waterplanten. Bij ongeveer 1 % van de lichtsterkte (2,2 x de zichtdiepte met de Secchischijf) houdt de fotosynthese op (De kloet, 1969). Dit betekent voor een doorzicht van 0,4 m (mei 2010) dat de fotosynthese ophoudt op een diepte van 0,88 m. De vijver te Etten-Leur is 0,75 – 1m diep, waterplanten zullen alleen op de ondiepere delen van de vijver kunnen ontwikkelen.

Volgens de EKR-maatlat M14 (ondiepe gebufferde plassen) voor natuurlijke wateren wordt een doorzicht van 40 cm als slecht ecologisch potentieel beoordeeld. Er is bij deze beoordeling gebruik gemaakt van de afleidingsmethodiek (zie bijlage 1) omdat er nog geen maatlat doorzicht is ontwikkeld voor sterk veranderde en kunstmatige wateren. Een doorzicht van 40 cm komt overeen met een EKR van 0,0. Het geringe doorzicht heeft een negatief effect op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten². Grof hoornblad is minder afhankelijk van het doorzicht voor de ontwikkeling. Deze soort kan zich ook in troebel water handhaven.

Doorzicht	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
M14	≥ 0,9 m	0,6-0,9 m	0,45-0,6 m	<0,45 m

Tabel 3: EKR-maatlat M14 doorzicht voor natuurlijke wateren.

4.4.2. Chlorofyl-a

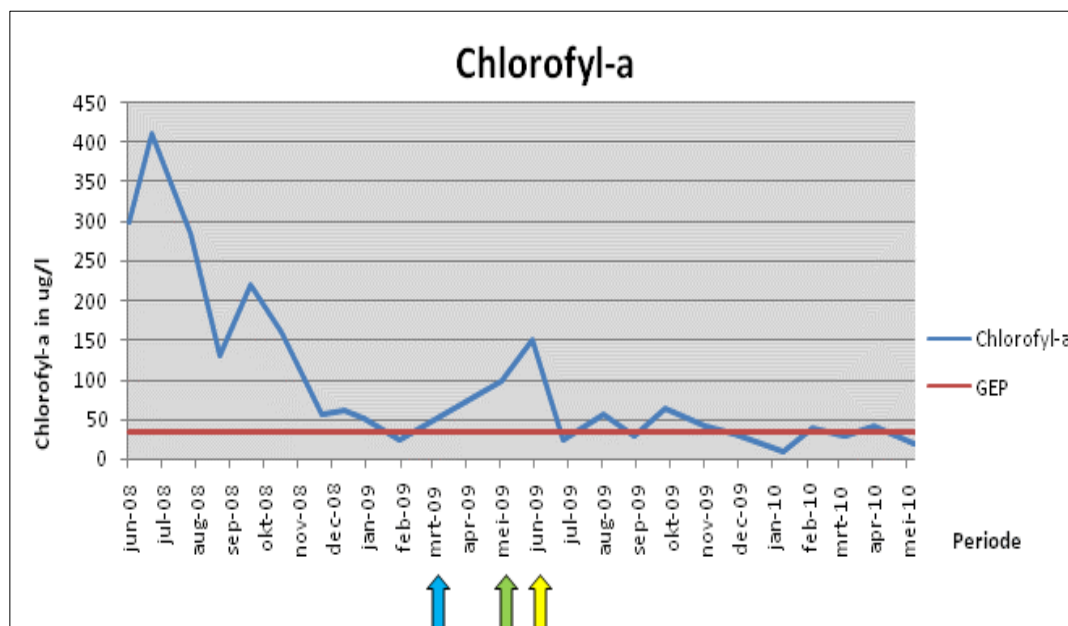
De algenbiomassa in een watersysteem wordt aangegeven door het chlorofyl-a. Deze parameter kan op meerdere manieren worden bepaald. Delta Waterlab heeft deze gegevens gemeten conform NEN-norm 6520. Het doorzicht wordt sterk beïnvloed door de hoeveelheid chlorofyl-a in een waterlichaam. Hoe hoger het chlorofyl-a, hoe lager het doorzicht. De pieken in het chlorofyl-a (zie grafiek 2) komen overeen met de lage waarden voor doorzicht in grafiek 1. Na het uitvoeren van de laatste maatregelen, in juni 2009, zakt het chlorofyl-a en blijft laag. Ook in de zomer van 2009 blijft het chlorofyl-a laag.

Het is met de opzet van het herstelproject niet te achterhalen welke maatregelen er voor hebben gezorgd dat het chlorofyl-a gehalte in de laatste helft van 2009 en het begin van 2010 zich redelijk in de buurt van de GEP-norm van 35 ug/l bevindt. Wel is duidelijk dat de combinatie van maatregelen dit effect heeft gehad. Waarschijnlijk is dit te wijten aan het baggeren en visstandbeheer zoals beschreven bij het doorzicht. Deze maatregelen hebben ervoor gezorgd dat er minder voedingsstoffen beschikbaar zijn in het watersysteem zodat de groei van blauwalgen wordt geremd. Als de periode juni t/m oktober in 2008 (<400 ug/l) wordt vergeleken met dezelfde periode in 2009 (>50 ug/l) is een sterke daling te zien in het chlorofyl-a gehalte in de periode in 2009.

Ondanks het lage chlorofyl-a in de periode van juni t/m oktober 2009 blijft het doorzicht laag in die periode (gem. 0,25 m). Het lage doorzicht kan mede veroorzaakt worden door zwevende stof en gloeirest, een indicatie voor opwerveling van bodemdeeltjes wellicht veroorzaakt door bodemwoelende vissen zoals karper en

² Opmerking: De waarnemingen in de vijver zijn met de Secchi-schijf gemeten. Als blijkt dat met de Secchi-schijf bodemzicht wordt gemeten hebben doorzichtmetingen geen onderscheidend vermogen. Het heeft de voorkeur om de troebelheid in FTU (Formazin Turbidity Units) te meten. De troebelheid in FTU wordt sinds januari 2010 gemeten in de vijver te Etten-Leur, er zijn echter nog te weinig meetgegevens voorhanden om deze parameter te gebruiken in dit rapport.

brasem. Het is echter niet met zekerheid te zeggen of de opwerveling van bodemdeeltjes de oorzaak is van het geringe doorzicht omdat er te weinig meetgegevens beschikbaar zijn van deze parameters. Delta waterlab Breda heeft in 2008 zes metingen van gloeirest en onopgeloste bestanddelen uitgevoerd. In 2009 zijn er geen metingen verricht van gloeirest en onopgeloste bestanddelen en in 2010 zijn de gegevens gemeten van januari t/m mei. In het verloop van deze waarnemingen is te zien dat de gloeirest en onopgeloste bestanddelen afgenomen zijn in 2010 in vergelijking met 2008. Door het gebrek aan waarnemingen in 2009 is het niet mogelijk iets te zeggen over de oorzaak van het geringe doorzicht in de periode juni t/m oktober 2009.



Grafiek 2: verloop van chlorofyl-a uitgezet tegen de GEP-norm van chlorofyl-a in ug/l in de periode van juni 2008 t/m maart 2010.

Begin 2010 blijft het chlorofyl-a onder 50 ug/l, in de meest recente waarneming (mei 2010) is het chlorofyl-a gedaald tot 21 ug/l. Voor de beoordeling op de EKR-maatlat is het zomerhalfjaargemiddelde van 2009 genomen omdat de gegevens van de zomer van 2010 nog niet beschikbaar zijn. In deze periode (mei t/m oktober) was het gemiddelde chlorofyl-a 70,6 ug/l. Deze waarde ligt op de grens van een ontoereikend en slecht ecologisch potentieel volgens de EKR-maatlat chlorofyl-a van M14 van sterk veranderde en kunstmatige wateren.

Chlorofyl-a	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
M14	< 35 ug/l	35- 46 ug/l	46- 71 ug/l	71- 95 ug/l

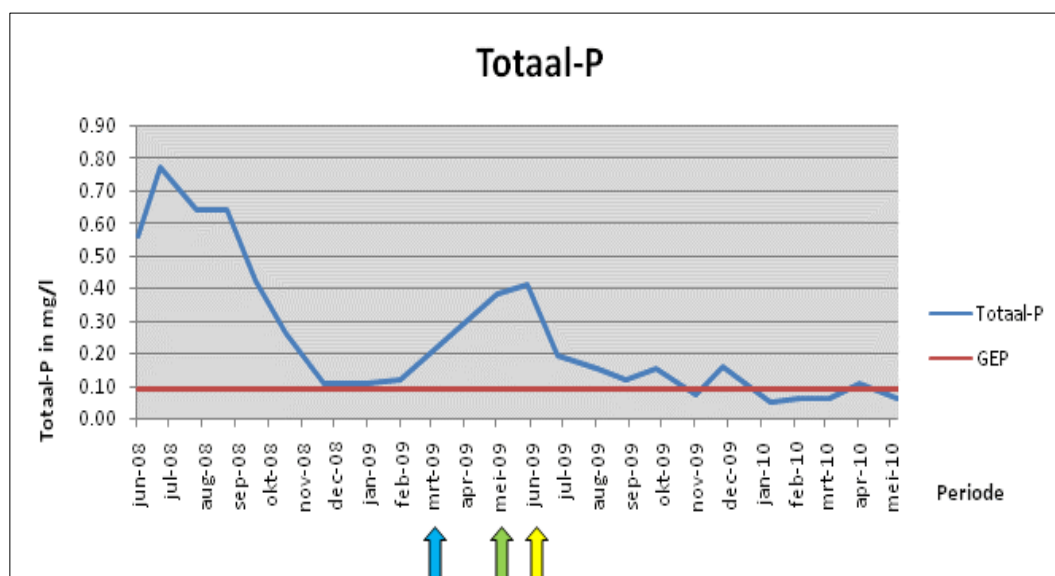
Tabel 4: EKR-maatlat M14 chlorofyl-a voor sterk veranderde en kunstmatige wateren.

Naschrift: Tijdens het schrijven van dit rapport heeft Waterschap Brabantse Delta een persbericht uitgegeven (d.d. 20 juli 2010) waarin staat vermeld dat de vijver in Etten-Leur weer te kampen heeft met problematische blauwalgenoverlast. Dit betekent dat het chlorofyl-a weer sterk gestegen is in de zomer van 2010 en het doorzicht waarschijnlijk sterk is verlaagd. Het persbericht is bijgevoegd in bijlage 5 van dit rapport

4.4.3. Totaal-P

Fosfaat kan in opgeloste en gebonden vorm aanwezig zijn in het watersysteem. De opgeloste vorm, ortho-fosfaat (ortho-P), wordt ook wel de actuele fosfaatbron genoemd, planten kunnen opgeloste fosfaat direct opnemen. Gebonden fosfaat is gebonden aan organische stof of aan metalen en is niet direct opneembaar voor planten. In grafiek 3 wordt het verloop van totaal-P in de vijver weergegeven. De waarnemingen van ortho-P liggen onder de detectie grens ($< 0,01$ mg/l) en zijn niet in de grafiek meegenomen. Ortho-P wordt niet beïnvloed door de hoeveelheid blauwalgen in de vijver zoals het totaal -P.

Het verloop van de parameter totaal-P volgt de trend van chlorofyl-a (zie grafiek 2). Het totaal-P is zeer hoog in de zomer van 2008 (tot 0,77 mg/l in juli) Een groot deel van het fosfaat zal in die periode gebonden aan organische stof in het water aanwezig zijn geweest.



Grafiek 3: verloop van totaal-P uitgezet tegen de GEP -norm van totaal -P in mg/l in de periode van juni 2008 t/m maart 2010.

Na het uitvoeren van de werkzaamheden is er een daling in de totaal-P waarden zichtbaar in de grafiek. Als de periode juni t/m oktober in 2008 wordt vergeleken met dezelfde periode in 2009 laat de grafiek een sterke daling zien. De waarden schommelen eind 2009 en begin 2010 rond de GEP-norm van 0,09 mg/l. Het verwijderen van de sliblaag zal een effect hebben gehad op de hoeveelheid P in de vijver. Voor de beoordeling van de waterkwaliteit is het gemiddelde genomen van het zomerhalfjaar in 2009 omdat de waarnemingen voor de zomer van 2010 nog niet beschikbaar zijn. Het zomerhalfjaargemiddelde van 2009 (mei-oktober) is 0,23 mg/l. Dit komt volgens de EKR-maatlat nutriënten M14 overeen met een ontoereikend ecologisch potentieel, een EKR van 0,2.

Totaal-P	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
M14	0,09 mg/l	0,13 mg/l	0,18 mg/l	0,27 mg/l

Tabel 5: maatlat nutriënten M14 voor sterk veranderde en kunstmatige wateren.

De soorten gewoon sterrenkroos en brede waterpest vertonen een geringe tolerantie voor zeer hoge waarden van voedingsstoffen. De hoge totaal-P waarden kunnen van invloed zijn geweest op de ontwikkeling van deze soorten. Grof hoornblad kan zich

goed handhaven in wateren waarin voedingsstoffen als fosfaat in overvloed aanwezig zijn.

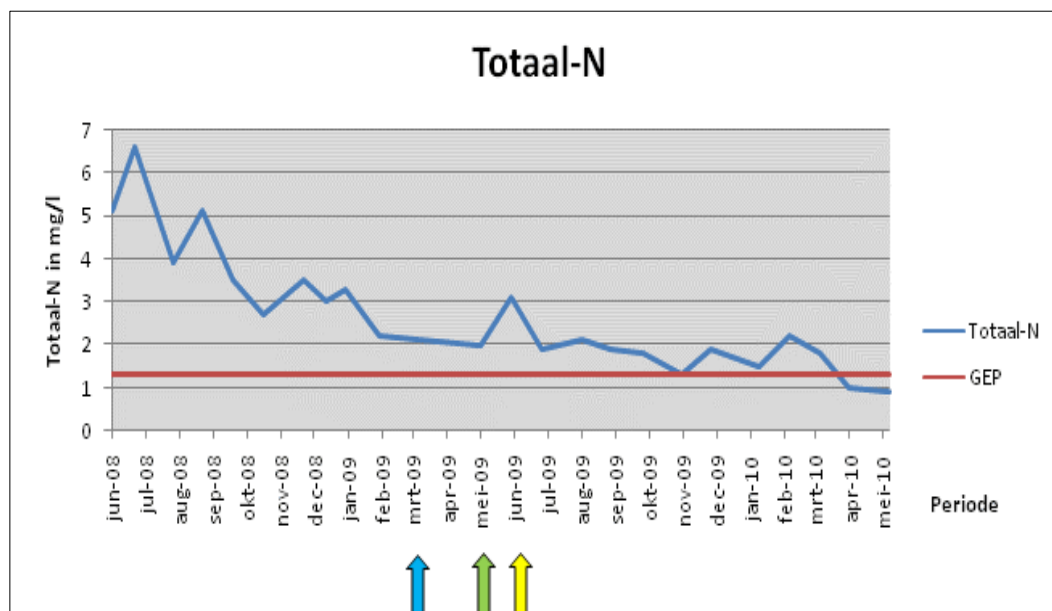
4.4.4. Stikstof

Stikstofverbindingen zijn essentiële bouwstoffen voor alles wat leeft; zonder stikstof kunnen planten geen eiwitten maken. Stikstof wordt opgenomen in de vorm van nitraat- of ammonium-zouten. Bij een overmaat in het water worden deze stoffen niet meer opgenomen en is er sprake van eutrofiering wat blauwalgenbloei en dus vertroebeling kan veroorzaken. Naast totaal-N wordt in de vijver de waarden van stikstof Kjeldahl (Nkj) gemeten. Stikstof Kjeldahl omvat de organisch gebonden stikstof en de ammoniumstikstof, maar niet de nitriet- en de nitraatstikstof. Voor het totaal-N gehalte worden nitraat- en nitrietstikstof wel toegevoegd. Het verloop van totaal-N en Kjeldahl-N³ in de vijver gaan redelijk gelijk op. In grafiek 4 wordt alleen het verloop van totaal-N weergegeven.

In juni 2009 na het uitvoeren van de maatregelen is een lichte daling zichtbaar in het verloop van de waarden. De waarden in november 2009 komen voor het eerst in de buurt van de GEP-norm (1,3 mg/l). In april en mei van 2010 dalen de totaal-N waarden tot onder de GEP-norm. Als de periode juni t/m oktober van de jaren 2008 en 2009 worden vergeleken is er een sterke daling in 2009 te zien. Het zomerhalfjaargemiddelde van 2009, 2.13 mg/l komt volgens de EKR-maatlat M14 nutriënten overeen met een EKR van 0,2, een ontoereikend ecologisch potentieel.

Totaal N	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
M14	1,3 mg/l	1,6 mg/l	1,9 mg/l	2,6 mg/l

Tabel 6: EKR-maatlat M14 nutriënten voor sterk veranderde en kunstmatige wateren.



Grafiek 4: het verloop van totaal-N uitgezet tegen de GEP-norm van stikstof totaal in de periode van juni 2008 t/m mei 2010.

³ Opmerking Kjeldahl: In het algemeen zal in oppervlaktewater het gehalte aan opgeloste en colloïdale organische stikstof gering zijn (enkele mg/l) tenzij belast met allochtoon organisch materiaal, zoals afvalwater. Maar ook recreatie, vogels e.d., bepaalde soorten bacteriën en blauwalgen zijn in staat atmosferische stikstof in hun lichaamseiwit vast te leggen.

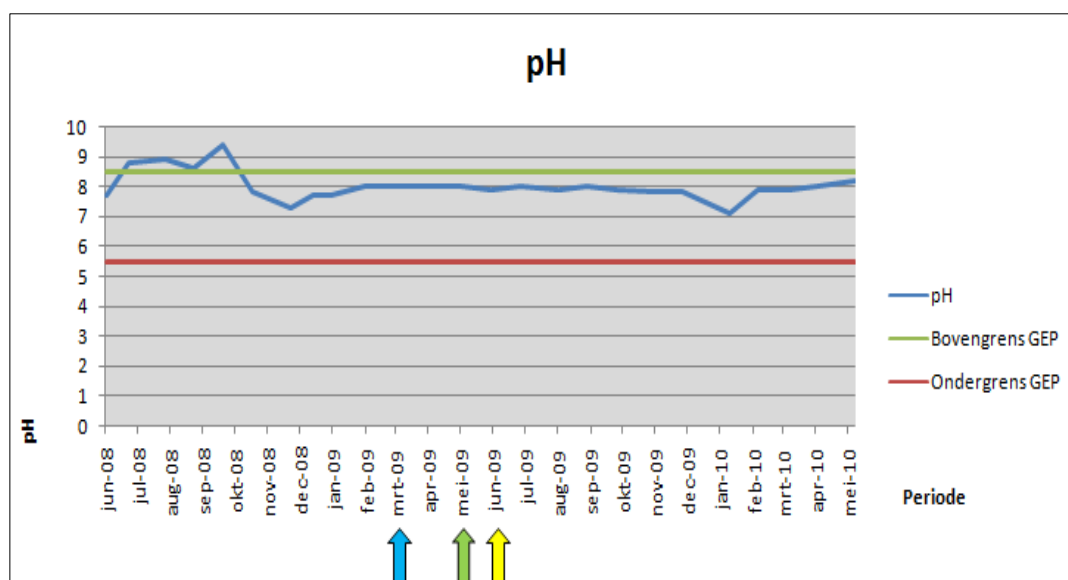
4.4.5. Zuurgraad

De zuurgraad (pH) is afhankelijk van de watertemperatuur. Ook een sterke fotosynthese van algen of ondergedoken waterplanten kan de pH verhogen (Ruttner, 1962). In grafiek 4 is te zien dat de pH in de zomer van 2008 boven de bovengrens van de GEP-norm (pH8,5) uitstijgt. In dezelfde periode in 2009 blijft de pH onder de bovengrens van het GEP. De hoge waarde is waarschijnlijk te wijten aan de zeer hoge fotosynthese van algen in die periode. Met het dalen van chlorofyl-a in de vijver is ook de pH gestabiliseerd. Na het uitvoeren van de werkzaamheden blijft de pH binnen de grenzen van de GEP-norm.

De pH komt in de EKR-maatlat M14 overeen met een goed ecologische potentieel, een EKR van 0,6. Deze waarden zullen niet van invloed zijn op de ontwikkeling van de waterplanten.

pH	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
M14	5,5 -8,5	8,5-9	9-9,5	>9,5

Tabel 7: EKR-maatlat M14 zuurgraad voor sterk veranderde en kunstmatige wateren.



Grafiek 5: het verloop van de pH uitgezet tegen de boven- en ondergrens van de GEP-norm van pH in de periode van juni 2008 t/m mei 2010..

4.5. Samenvatting resultaten parameters

De waarden van het doorzicht voldoen niet aan de GEP-norm. Het verloop van de overige parameters komt in de buurt van de GEP-norm of is zelfs in bepaalde perioden lager dan deze norm. Als gekeken wordt naar het zomerhalfjaargemiddelde van 2009 blijkt dat alle parameters behalve pH beoordeeld worden op de EKR-maatlatten als ontoereikend of slecht ecologisch potentieel terwijl er voor alle parameters een verbetering is opgetreden ten opzichte van dezelfde periode in 2008.

De uitvoering van de werkzaamheden lijken een positief effect veroorzaakt te hebben op het verloop van de parameters. Het is moeilijk te zeggen welke afzonderlijke herstelmaatregelen dit effect hebben veroorzaakt omdat de maatregelen gestapeld zijn uitgevoerd en omdat er in de periode waarin de maatregelen uitgevoerd werden

geen metingen verricht zijn omdat de vijver leeg stond. De combinatie van maatregelen heeft het positief effect in de vijver te Etten-Leur veroorzaakt. Daarnaast is het belang te beseffen dat de diagnostische waarde van de maatlatten vaak gering is, enkele uitzonderingen daargelaten (STOWA, 2008).

Om een goede diagnose te kunnen maken is het noodzakelijk om de actuele belasting en de kritische belasting van een waterlichaam te bepalen. De kritische belasting van de vijver in Etten-Leur kan worden bepaald door een water- en stoffenbalans op te stellen. Door het ontbreken van een aantal noodzakelijke gegevens is het niet mogelijk om een water- en stoffenbalans op te stellen. Wel wordt in hoofdstuk 7 'aanbevelingen' een stappenplan gepresenteerd waarmee het Waterschap in de toekomst voorafgaande aan herstelprojecten een diagnose kan opstellen zodat er effectief maatregelen genomen kunnen worden.

4.6. Vegetatieopname waterplanten

Op 2 juni 2010 is de vegetatie van de vijver in Etten-Leur geïnventariseerd. Er is vooral gekeken naar de ondergedoken waterplanten in het kader van het onderzoek. Maar ook de drijvende waterplanten en de oeverbeplanting zijn geïnventariseerd (zie bijlage 3b). Hieronder volgt een beschrijving van de resultaten. Eerst is een aantal algemene waarnemingen beschreven, daarna worden de gegevens weergegeven als abundantieklasse per vak. De vijver is per vak geïnventariseerd om tijdens de vegetatieopname zeker te zijn van een zo compleet mogelijke opname. De opname van de vakken worden niet apart maar samen beoordeeld. Bij de opname is gebruik gemaakt van de Tansley-schaal en de Braun-Blanquet-schaal zoals weergegeven in tabel 9. De waterkwaliteit is aan de hand van de resultaten beoordeeld met behulp van de EKR-maatlatten M14 voor het bedekkingspercentage van het begroeibare areaal voor natuurlijke wateren. Er zijn geen maatlatten voor het bedekkingspercentage beschikbaar voor sterk veranderde en kunstmatige wateren.

4.7. Algemene waarnemingen

De waterdiepte van de vijver varieert van 0,75 tot 1 meter. Het doorzicht (beoordeeld op zicht, zonder Secchi-schijf) bedraagt op 2 juni 2010 ongeveer 20 cm. De vegetatieopname is uitgevoerd op een zonnige middag, met weinig wind en de luchttemperatuur bedroeg ongeveer 20 graden Celsius. Het viel meteen op dat de oever van het eiland geheel kaal is tot ongeveer 40 cm op het eiland, terwijl de oever van het eiland volledig aangeplant is in 2009 met verschillende soorten oeverbeplanting.

4.8. Oeverbeplanting

De oeverbeplanting aan de beschoeide oevers van de vijver, behalve op het eiland is redelijk ontwikkeld. Zo komen o.a. de soorten gele lis, grote lisdodde, gele waterkers, zwarte els, riet en grote egelskop op de oevers voor. In bijlage 3b van het rapport is een complete vegetatielijst met de bedekkingspercentages opgenomen van de voorkomende oeverbeplanting op 2 juni 2010.



Afbeelding 13: kale oever van het eiland, 14: gele waterkers (*Rorippa amphibia*) en 15: een overzicht van de oevers (Bron: foto's auteur).

4.9. Waarnemingen per vak

De vijver is voor de vegetatieopname verdeeld in drie opname vakken (zie figuur 2). Vak 1 bestaat uit het brede deel van de vijver met daarin het eiland. Vak 2 bestaat uit het gebied aansluitend aan het eiland tot aan het smalle gedeelte van de vijver. Vak 3 omvat het smalle gedeelte van de vijver. De beschrijving per vak bestaat uit een opgave van de abundantieklasse per soort (zie tabel 8). De soorten zijn wanneer mogelijk direct op de boot gedetermineerd, twee aangetroffen ondergedoken waterplanten konden niet met zekerheid worden gedetermineerd vanwege de slechte conditie waarin deze planten verkeerden. Eén van deze exemplaren is later gedetermineerd als brede waterpest, de tweede soort is onbekend en niet meegenomen in deze rapportage. De drijvende soort witte waterlelie is ook meegenomen in de opnamelijst.



Figuur 2: vakindeling van de vijver tijdens de vegetatieopname, de ster geeft de enige locatie aan waar grof hoornblad lokaal frequent aanwezig was.

Vak 1	Soort		Bedekking
1	Grof hoornblad	<i>Ceratophyllum demersum</i>	o/ lf
2	Brede waterpest	<i>Elodea canadensis</i>	r
3	Drijvend fonteinkruid	<i>Potamogeton natans</i>	r
4	Witte waterlelie	<i>Nymphaea alba</i>	f
	Totale bedekking		< 5 %

Vak 2	Soort		Bedekking
1	Grof hoornblad	<i>Ceratophyllum demersum</i>	r
2	Witte waterlelie	<i>Nymphaea alba</i>	f
3	Fioringras	<i>Agrostis stolonifera</i>	r
	Totale bedekking		< 5 %

Vak 3	Soort		Bedekking
1	Grof hoornblad	<i>Ceratophyllum demersum</i>	r
2	Fioringras	<i>Agrostis stolonifera</i>	r
3	Draadwier		r
	Totale bedekking		< 1 %

Tabel 8: overzicht vegetatieopname van 2 juni 2010.

Abundantieklasse	Tansley-schaal	Braun-Blanquet-schaal
1	r zeldzaam	r bedekking <5%, < 5 exx totaal
2	o af en toe	+ bedekking <5%, <3 exx per m ²
3	lf lokaal frequent	l bedekking <5%, 3-10 exx per m ²
4	f frequent	2m bedekking <5%, > exx per m ²
5	la lokaal abundant	2a bedekking 5-12%
6	a abundant	2b bedekking 13-25%
7	ld lokaal dominant	3 bedekking 26-50%
8	cd codominant	4 bedekking 26-50%
9	d dominant	5 bedekking 76-100%

Tabel 9: Tansley-schaal en Braun-blanquet-schaal (Bron: STOWA, 2006).

Geconcludeerd kan worden dat het bedekkingspercentage van ondergedoken waterplanten zeer laag is. In vak 1 en 2 is het totale bedekkingspercentage geschat op < 5%, de aanwezige soorten zijn een enkele keer aangetroffen. Grof hoornblad is op één locatie, ten noord-westen van het eiland (zie figuur 2) lokaal frequent aangetroffen. In vak 3 is het totale bedekkingspercentage geschat op <1%. De aangetroffen ondergedoken waterplanten waren allen in matige tot slechte conditie. De exemplaren waren zeer ijl en breekbaar en vertoonden geen wortelontwikkeling. Het totale bedekkingspercentage voor de gehele vijver wordt geschat op <5% voor de submerse vegetatie. Daarnaast is de soortendiversiteit in de vijver zeer laag, met een totaal van 6 soorten inclusief witte waterlelie en draadwier. Volgens de EKR-maatlat voor submerse vegetatie komt dit overeen met een ontoereikend ecologisch potentieel.

Het bedekkingspercentage van de oevervegetatie is geschat op <5%, (zie bijlage 3b) wel is de oevervegetatie soortenrijker dan de submerse vegetatie. Een bedekkingspercentage van <5% komt overeen met een slecht ecologisch potentieel. De EKR –maatlat M14 voor submerse en oevervegetatie is bijgevoegd in bijlage 3b van deze rapportage.

Groeivorm	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
Submerse vegetatie	25-50%	5-25%	1-5%	<1%
Oevervegetatie	60-80%	40-60%	20-40%	0-20%

Tabel 10: maatlat M14 voor abundantie van groeivormen (bedekkingspercentage van het begroeibaar areaal)

4.10. Samenvatting resultaten

Tijdens de vegetatieopname is gebleken dat het bedekkingspercentage (<5%) en de soortensamenstelling van de ondergedoken waterplanten zeer laag is. Dit betekent dat een zeer groot deel van de uitgezette ondergedoken waterplanten is verdwenen. De enkele exemplaren die wel zijn aangetroffen zijn niet vitaal, de planten zijn ijl en breekbaar en vertonen geen wortelontwikkeling. Dit komt overeen met een ontoereikend ecologisch potentieel.

Het bedekkingspercentage van de oevervegetatie is eveneens zeer laag (<5%) wat overeenkomt met een slecht ecologisch potentieel.

4.11. Dongen en Eindhoven

In de vorige paragraaf zijn de resultaten van de effecten van de maatregelen op de ondergedoken waterplanten in de vijver te Etten-Leur besproken. De maatregelen die zijn uitgevoerd waren baggeren, visstandbeheer, inrichten van natuurvriendelijke oevers en uitzetten van oever- en ondergedoken waterplanten. Daarnaast zijn er voorlichtingsavonden georganiseerd voor gebruikers en omwonenden van de vijver. Het doel van het herstelproject was het verbeteren van de waterkwaliteit en daarmee een einde maken aan de jaarlijks terugkerende blauwalgenoverlast. Deze maatregelen bleken niet voldoende effectief om de waterkwaliteit van de vijver zo te beïnvloeden dat ondergedoken waterplanten zich konden ontwikkelen en konden zorgen voor een duurzame omslag van een troebel naar een helder watersysteem.

In de compartimenten in de vijvers te Dongen en Eindhoven worden verschillende herstelmaatregelen getest waaronder ook baggeren en visstandbeheer. In de vijver te Etten-Leur bleken deze maatregelen niet voldoende. Door deze maatregelen en aanvullend innovatie, kansrijke maatregelen zoals het toedienen van PAC en Phoslock® te testen in de compartimenten moet blijken welke maatregelen het meest (kosten) effectief kunnen worden ingezet om de overlast van blauwalgen aan te pakken met een duurzaam helder watersysteem als resultaat. De compartimenten zijn zo aangelegd dat er geen uitwisseling van water tussen de compartimenten kan plaats vinden.

In alle compartimenten is de visstand beheerd, dit is een maatregel die aanvullend van belang kan zijn, maar waarvan niet wordt verwacht dat enkel deze maatregel voldoende positieve effecten heeft. Als in een grafiek wordt aangegeven 'visstandbeheer' wil dit zeggen dat in dat compartiment alleen de maatregel visstandbeheer is uitgevoerd. In alle andere compartimenten is deze maatregel ook uitgevoerd als basisinspanning aanvullend op andere maatregelen. Tijdens het oogsten van de waterplanten in Dongen werden een aantal grote karpers en brasem aangetroffen. De vakken waren allen afgevist en er was nog geen vis terug geplaatst in de vijvers in opdracht van het waterschap. De vissen zijn illegaal uitgezet, het is niet bekend wie hier achter zit. De compartimenten zijn stuk voor stuk weer afgevist, in totaal werden er zo'n veertig karpers en brasem in de compartimenten gevangen in grootte variërend van 10 tot 40 cm. Het illegaal uitzetten van bodemwoelende soorten kan grote gevolgen hebben op de waterkwaliteit en het experiment.

De ontwikkeling van de waterplanten is onderzocht op basis van natgewicht en drooggewicht. Alle planten hebben na het oogsten dezelfde behandeling ondergaan in de centrifuge voordat het natgewicht is bepaald. Toch wordt verondersteld dat er tussen de monsters verschillen in aanhangend water zijn ontstaan doordat dichte bossen, goed ontwikkelde planten (denk aan *Myriophyllum spicatum*) tussen de bladeren meer vocht vasthouden dan slecht ontwikkelde planten.

4.12. Eigenschappen van de waterplanten in Dongen en Eindhoven

Om een beeld te krijgen van de omstandigheden waarin de uitgezette waterplanten optimaal kunnen ontwikkelen worden hierna de eigenschappen van de twee uitgezette soorten beschreven.

4.12.1. Smalle waterpest (*Elodea nuttallii*)

Smalle waterpest is vermoedelijk als weggegooid aquariumplant in de Europese wateren verzeild geraakt. Op eigen kracht ontwikkelde de soort zich vanaf de eerste vondst in 1939 in enkele tientallen jaren tot één van de meest voorkomende soorten. Smalle waterpest groeit in neutrale tot basische, voedselrijke, meestal ondiepe wateren op alle bodemsoorten. Waar smalle waterpest haar slag heeft kunnen slaan, zijn de kansen voor de meeste andere ondergedoken waterplanten voor de rest van

het jaar verkeken. Alleen in uitgesproken voedselarm, carbonaatarm of sterk brak water kan de soort zich niet handhaven (Weeda et al., 1985).

4.12.2. Aarverderkruid (*Myriophyllum spicatum*)

Aarverderkruid is een plant van zeer matig tot voedselrijke, basische wateren. Deze zijn meestal rijk aan carbonaat en fosfaat, vaak enigszins brak en ammoniakhoudend. De plant kan zijn voedingsstoffen zowel uit het water als uit de bodem opnemen. Exemplaren die in minder voedselrijk water groeien, vertonen een opvallend sterk ontwikkeld wortelstelsel (Weeda et al., 1985).

4.13. Resultaten Periode 1

In deze paragraaf zullen de resultaten van de ontwikkeling van het plantmateriaal van periode 1 op basis van natgewicht en drooggewicht worden beschreven. Het verloop van de parameters in de verschillende compartimenten zal niet specifiek worden beschreven, maar wordt gebruikt ter onderbouwing van de behaalde resultaten. De uitgezette waterplanten zijn in twee delen geoogst. De eerste groep netten is geoogst op 25 en 27 mei 2010, dit zijn de waterplanten die in dit rapport de waterplanten van periode 1 worden genoemd. *Myriophyllum spicatum* is een maand eerder uitgezet en heeft circa 2 maanden (eind maart- eind mei) in de compartimenten gestaan bij de eerste oogstronde. *Elodea nuttallii* stond een maand (eind mei- eind juni) in de compartimenten toen de soort werd geoogst in de eerste ronde.

Tijdens het oogsten van de eerste waterplanten in Dongen was er een verschil in vitaliteit zichtbaar. De waterplanten van beide soorten in de compartimenten 1 (baggeren), 2 (baggeren en PAC) en 3 (Phoslock®) in Dongen zagen er vitaal uit met groene, stevige spruiten. De spruiten groeiden door de mazen van de netten heen. Daarnaast hadden de planten in deze compartimenten redelijk wat wortels ontwikkeld. De waterplanten in de compartimenten 4 (Phoslock® en PAC) en 6 (alleen visstandbeheer) zagen er minder vitaal uit. Dit was vooral duidelijk zichtbaar aan de netten van compartiment 4 (Phoslock® en PAC), deze waterplanten waren ijl, breekbaar en meer bruin en zwart van kleur dan helder groen. Er waren weinig nieuwe spruiten door de mazen van de netten gegroeid. De netten in compartiment 6 (alleen visstandbeheer) in Dongen bevatten van beide soorten veel zwart, afstervend plantenmateriaal. Dit dode plantenmateriaal is wel meegewogen.



Afbeelding 16: compartiment 1 in Dongen, 17: compartiment 4 in Eindhoven, 18: compartiment 1 in Eindhoven (Bron: foto's auteur).

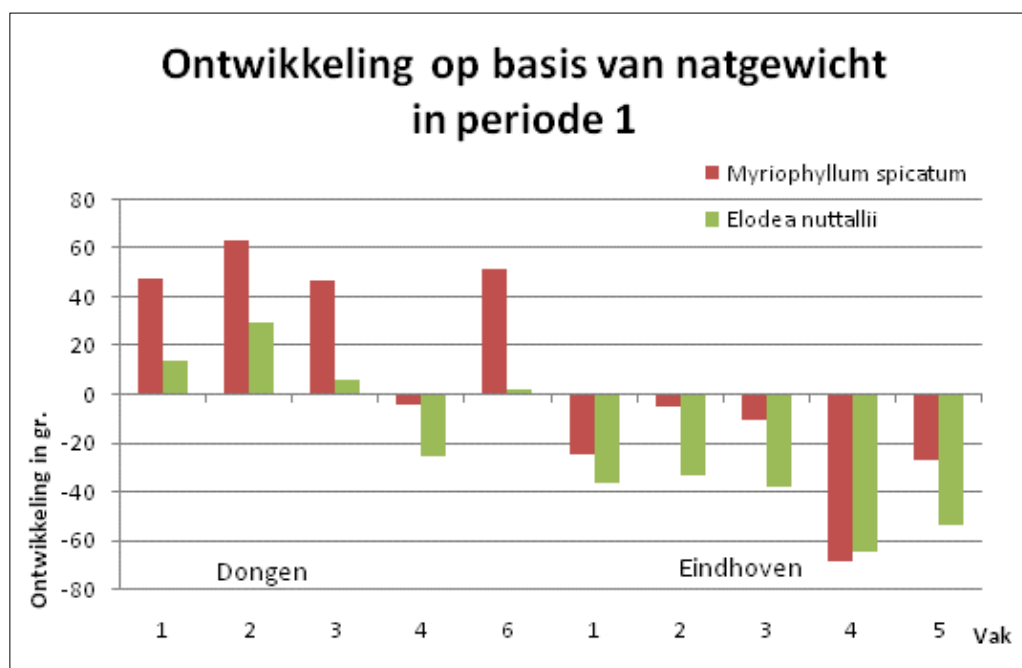
In Eindhoven was het beeld tijdens het oogsten van de waterplanten vergelijkbaar met Dongen. In de compartimenten 1 (baggeren), 2 (baggeren en PAC) en 3 (Phoslock®) waren de planten van beide soorten over het geheel vitaal met een redelijke wortelontwikkeling. Al was direct zichtbaar dat de planten zich minder goed ontwikkeld hadden in vergelijking met Dongen. In compartiment 4 (Phoslock® en PAC) waren de planten duidelijk minder vitaal (zie afbeelding 17), veel bruin

plantmateriaal en de nieuwe spruiten waren bleek groen. De wortelontwikkeling was zichtbaar minder, met korte wortels of het ontbreken van wortels. In compartiment 5 (alleen visstandbeheer) bevatten de netten van beide soorten veel bruin en zwart plantmateriaal.

Op beide locaties waren de waterplanten in de netten tijdens het oogsten duidelijk te onderscheiden van de planten die los in het water uitgezet waren. De ontwikkeling beperkte zich tot de netten en enkele door de mazen gegroeide spruiten. De los uitgezette planten vertoonden weinig ontwikkeling en waren afgedreven naar de hoeken van de compartimenten.

4.13.1. Ontwikkeling op basis van natgewicht

In grafiek 6 worden de resultaten van de ontwikkeling op basis van de natgewichten op beide locaties in periode 1 weergegeven. Er is in Dongen geen significant verschil aangetoond in de ontwikkeling van *Myriophyllum spicatum*. De ontwikkeling van *Elodea nuttallii* varieert in Dongen significant tussen de compartimenten 1 (baggeren) en 2 (Baggeren en PAC) en tussen compartiment 4 (PAC en Phoslock®) en de compartimenten 2 (baggeren en PAC), 3 (Phoslock®) en 6 (alleen visstandbeheer). Op de locatie in Dongen zijn beide soorten waterplanten samen in compartiment 4 waar Phoslock® en PAC is toegediend significant minder goed ontwikkeld dan de waterplanten in de compartimenten 2 en 3, waar is gebaggerd en aanvullend PAC is toegediend en waar enkel Phoslock® is toegediend.



Grafiek 6: ontwikkeling van de waterplanten in periode 1 (maart-mei) op basis van natgewicht in de verschillende compartimenten per locatie.

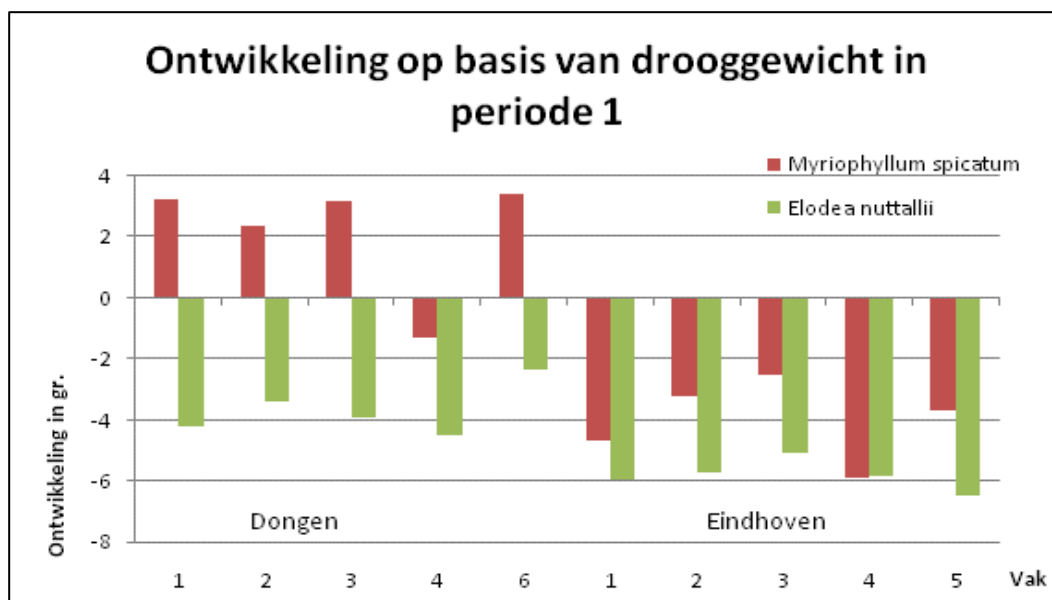
Zelfs in compartiment 6, waar alleen visstandbeheer is uitgevoerd zijn beide soorten beter ontwikkeld dan in compartiment 4 (PAC en Phoslock®). Compartiment 1 (baggeren) levert geen significante verschillen op met compartiment 4 (PAC en Phoslock®).

In Eindhoven zijn beide soorten minder goed ontwikkeld in compartiment 4 (Phoslock® en PAC), dit is enkel significant voor alle compartimenten voor *Myriophyllum spicatum*. *Elodea nuttallii* is ook in compartiment 5 (alleen visstandbeheer) minder goed ontwikkeld. De ontwikkeling van beide soorten

opgeteld laten een significant slechtere ontwikkeling zien voor compartiment 4 (Phoslock® en PAC). De positieve ontwikkeling in de grafiek geeft de toename boven op het uitzetgewicht van 100 gram weer. De negatieve ontwikkeling geeft de afname van het uitzetgewicht weer. De uitwerking van de significantietoetsen zijn bijgevoegd in bijlage 6a en b van het rapport.

4.13.2. Ontwikkeling op basis van drooggewicht

In grafiek 7 wordt de ontwikkeling van de uitgezette waterplanten in periode 1 voor beide locaties in beeld gebracht op basis van het drooggewicht. Het valt direct op dat waterplanten in Eindhoven minder ontwikkeld zijn dan de planten in Dongen. *Myriophyllum spicatum* is toegenomen in de compartimenten 1, 2, 3 en 6. *Elodea nuttallii* is in alle compartimenten afgenomen. In Eindhoven zijn alle planten van beide soorten sterk in groei afgenomen. Het verschil in ontwikkeling tussen de verschillende compartimenten per locatie is echter minder duidelijk. Uit de variantie-analyse blijkt dat er geen significante verschillen opgetreden zijn tussen de verschillende compartimenten per locatie. Het is dus niet te zeggen welke herstelmaatregelen de meest geschikte omstandigheden creëren voor de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten. De uitwerking van de significantie toetsen is bijgevoegd in bijlage 6c en d van het rapport.



Grafiek 7: ontwikkeling van de waterplanten in periode 1 (maart-mei) op basis van drooggewicht in de verschillende compartimenten per locatie.

4.14. Resultaten periode 2

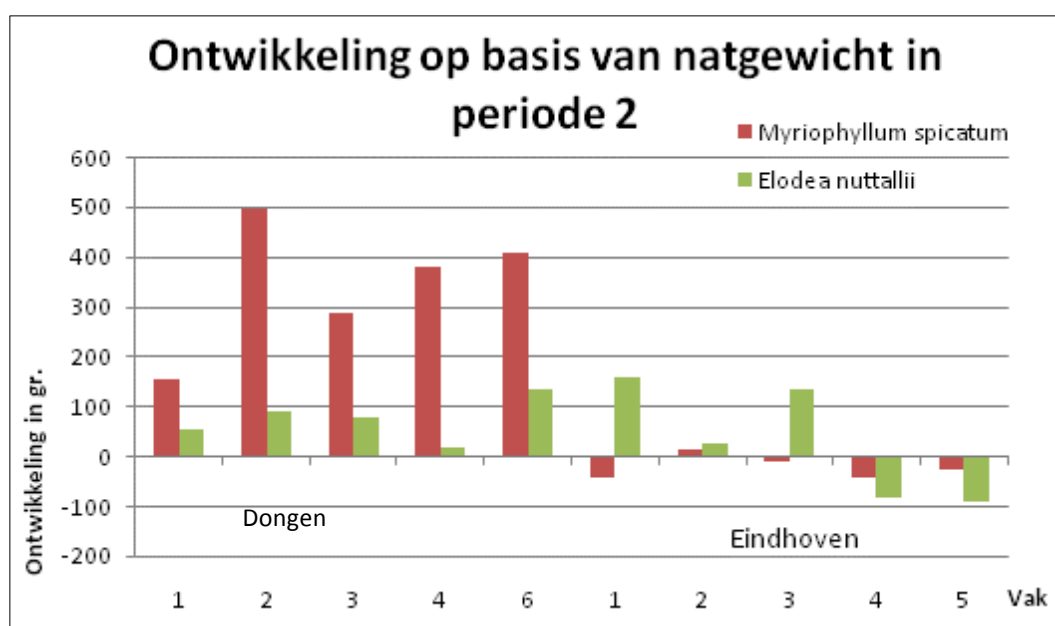
De tweede reeks netten is een maand later geoogst (30 juni en 1 juli 2010). Deze planten worden in het rapport de waterplanten van periode 2 (maart-juni) genoemd. In deze periode hebben de soorten *Myriophyllum spicatum* en *Elodea nuttallii* respectievelijk 3 maanden en 2 maanden in de compartimenten gestaan.

Tijdens het oogsten van de waterplanten in Dongen in de tweede periode viel direct op dat de planten zich soms flink verder ontwikkeld hadden dan alleen enkele spruiten die uit de netten groeiden. In de compartimenten 1 (baggeren), 2 (baggeren en PAC) en 3 (Phoslock®) was *Myriophyllum spicatum* zo ontwikkeld dat de netten met *Elodea nuttallii* waren overgroeid. Er waren groeiplaatsen tot zo'n 6 m² ontstaan op de uitzetlocaties. In compartiment 6 (alleen visstandbeheer) was een groot deel van de bodem bedekt met *Elodea nuttallii*. Toch heeft *Myriophyllum spicatum* ook hier kans gezien om te zich kunnen ontwikkelen. *Myriophyllum spicatum* was in alle

compartimenten in Dongen redelijk tot zeer vitaal. Dat wil zeggen, stevige lange spruiten met een helder tot donker groene kleur. In compartiment 4 (PAC en Phoslock®) bevatten de netten enkele bruine spruiten maar leken zich goed hersteld te hebben ten opzichte van de eerste periode. *Elodea nuttallii* zag er in de compartimenten 1 (baggeren), 2 (baggeren en PAC) en 4 (PAC en Phoslock®) wat breekbaar en ijl uit. Ook de planten die los uitgezet waren hebben zich goed gevestigd en op veel plaatsen zijn deze planten flink uitgegroeid. Soms hadden de losse planten zich dicht bij de netten gevestigd.

4.14.1. Ontwikkeling op basis van natgewicht

In Dongen varieert de ontwikkeling van *Myriophyllum spicatum* in compartiment 1 (baggeren) en 2 (baggeren en PAC) significant van elkaar in periode 2 (zie grafiek 8). Voor de soort *Elodea nuttallii* zijn geen verschillen in ontwikkeling aangetoond. Beide soorten samen geven ook geen significante verschillen in ontwikkeling aan tussen de compartimenten in de vijver in Dongen.



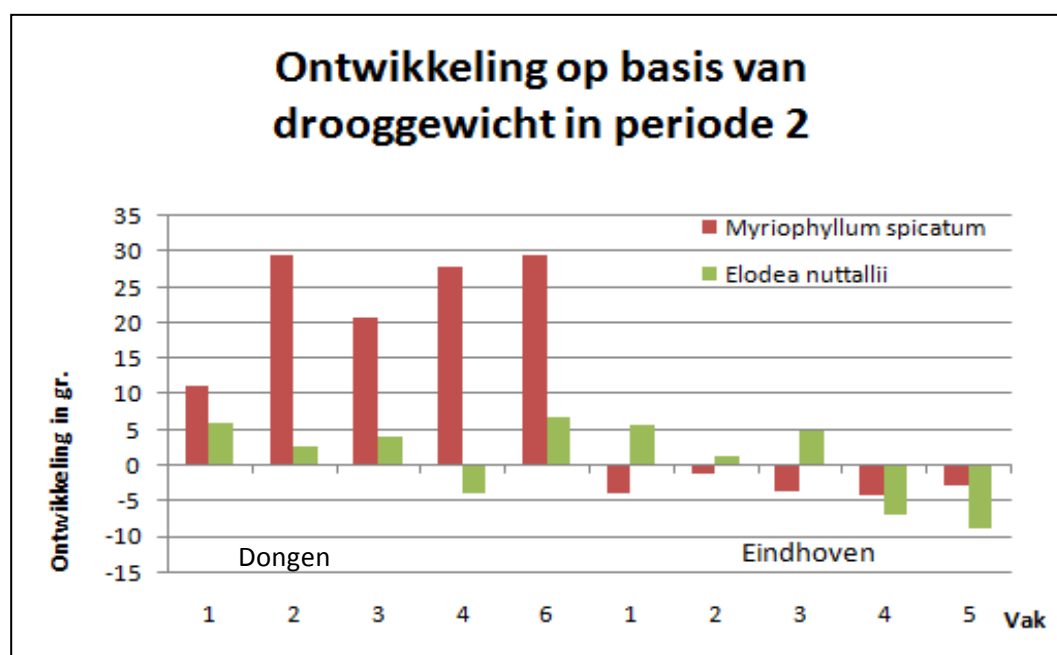
Grafiek 8: Ontwikkeling van de waterplanten in periode 2 (maart-juni) op basis van natgewicht in de verschillende compartimenten per locatie.

In Eindhoven is een significant verschil aangetoond in periode 2 tussen de compartimenten 1 (baggeren) en 2 (baggeren en PAC) en 4 (Phoslock® en PAC) en 2 (baggeren en PAC) voor de soort *Myriophyllum spicatum*. In de compartimenten 1 en 4 is de soort het meest afgenomen in vergelijking met compartiment 2. *Elodea nuttallii* is niet significant meer of minder ontwikkeld in de verschillende compartimenten. Ook beide soorten samen geven geen variatie tussen de compartimenten. In bijlage 7a en b zijn de uitwerkingen van de significantietoetsen bijgevoegd.

4.14.2. Ontwikkeling op basis van drooggewicht

In de tweede periode is *Myriophyllum spicatum* in Dongen duidelijk meer toegenomen dan in Eindhoven (zie grafiek 9). Voor *Elodea nuttallii* is dit verschil minder groot. Toch blijkt uit de variantie-analyse dat er dat er in periode 2 geen significante verschillen opgetreden zijn tussen de compartimenten per locatie. Dit geldt voor de ontwikkeling van beide soorten onafhankelijk van elkaar, maar ook voor de totale ontwikkeling van beide soorten opgeteld per locatie.

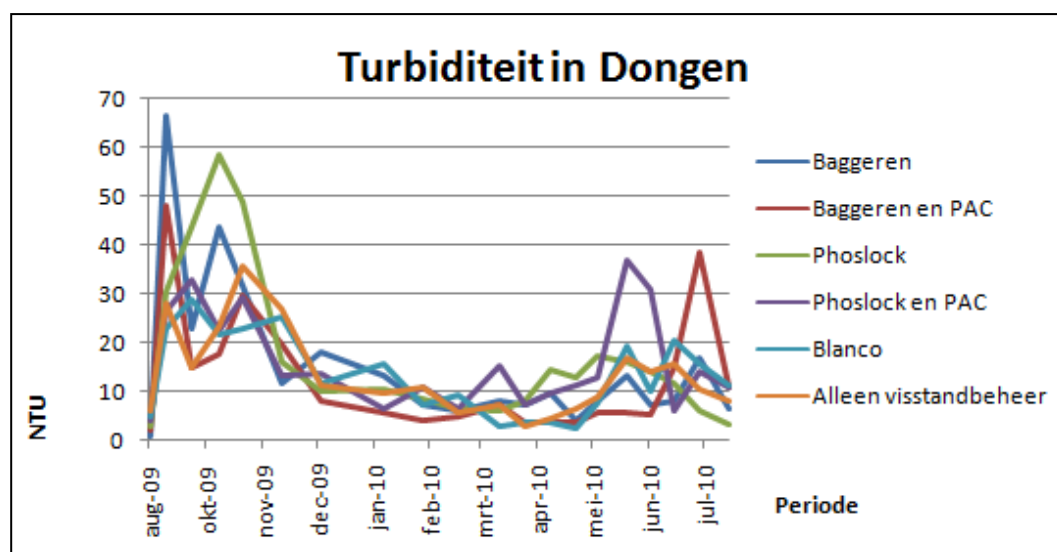
In bijlage 7c en d zijn de uitwerking van de significantietoetsen bijgevoegd.



Grafiek 9: Ontwikkeling van de waterplanten in periode 2 (maart-juni) op basis van drooggewicht in de verschillende compartimenten per locatie.

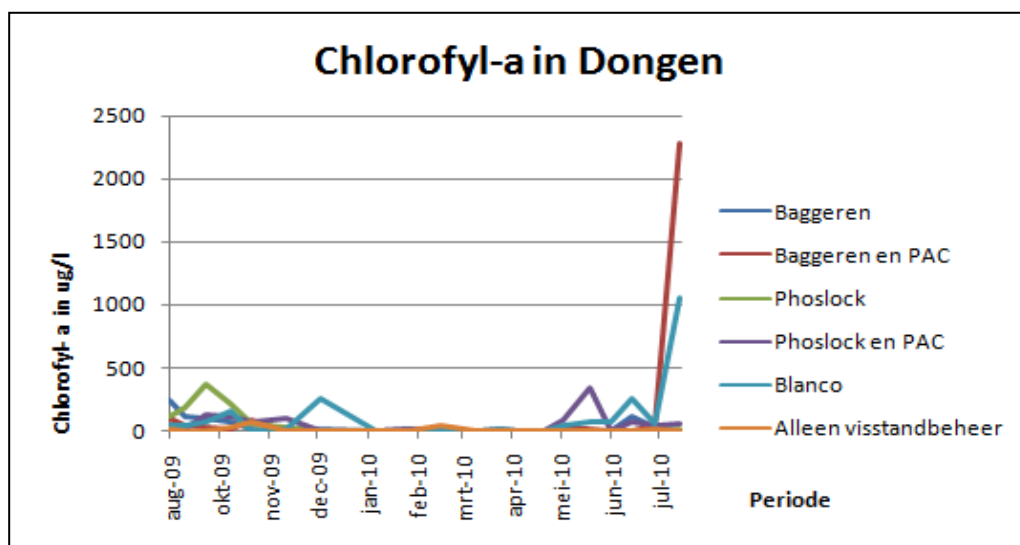
4.15. Verloop van parameters in de vijver in Dongen.

Tijdens het oogsten van de waterplanten in periode 1 was duidelijk zichtbaar dat de wateroppervlakten van de verschillende compartimenten verschilden van kleur. In periode 2 waren de kleurverschillen van het water in de verschillende compartimenten nog duidelijker zichtbaar dan in de eerste periode. In grafiek 10 is af te lezen dat de turbiditeit (troebelheid) in Dongen in compartiment 4 (PAC en Phoslock®) het hoogst is in de periode mei-juni, tijdens de oogst van de planten in de eerste periode. De ontwikkeling van compartiment 4 blijft sterk achter bij de andere compartimenten in de eerste periode. Dit kan te maken hebben met het troebele water in dit compartiment ten opzichte van de andere compartimenten.



Grafiek 10: verloop van de parameter turbiditeit in Dongen in de periode augustus 2009 t/m juli 2010.

In de tweede periode is de turbiditeit in compartiment 2 (baggeren en PAC) erg hoog (bijna 40 NTU). Er was een 'gifgroene' laag op het water aanwezig. Dit is ook te zien in het verloop van het chlorofyl-a (<2000 ug/l) in grafiek 11. De algenconcentratie is zeer hoog in compartiment 2 in de tweede periode. Ook compartiment 5 (blanco) scoort hoog in turbiditeit en chlorofyl-a. Ondanks het troebele water en geringe doorzicht zijn de waterplanten in compartiment 2 (baggeren en PAC) niet achtergebleven in ontwikkeling in de tweede periode. De turbiditeit en chlorofyl-a in compartiment 4 (PAC en Phoslock®) is lager dan in de eerste periode wat waarschijnlijk heeft geresulteerd in een verbetering van het doorzicht. Vooral de *Myriophyllum spicatum* heeft waarschijnlijk kunnen profiteren van het verbeterde doorzicht en is in deze periode gemiddeld ontwikkeld in vergelijking met de andere compartimenten. De ontwikkeling van *Elodea nuttallii* is achtergebleven in vergelijking met de andere compartimenten.

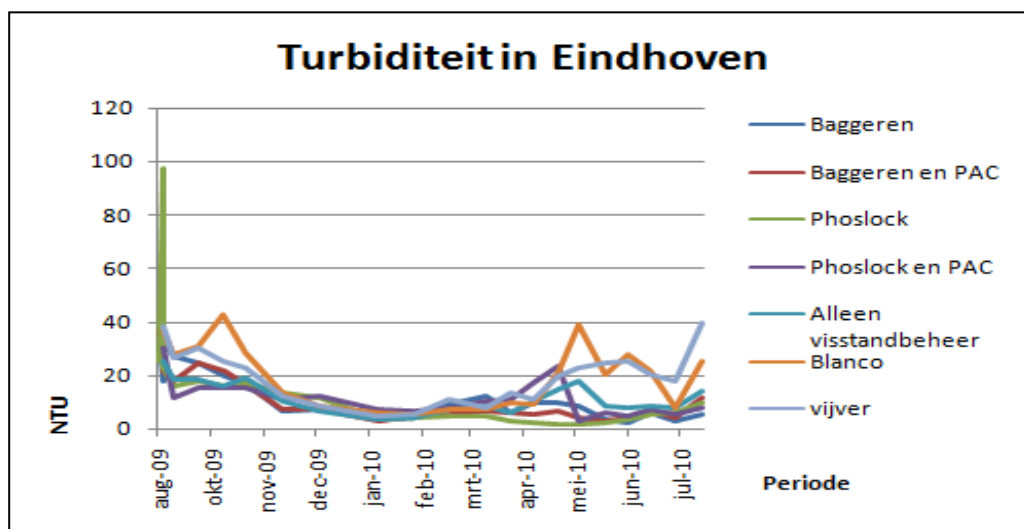


Grafiek 11: verloop van de parameter chlorofyl-a in Dongen in de periode augustus 2009 t/m juli 2010.

Naast bovengenoemde parameters zijn er nog enkele andere parameters beschikbaar van de vijver in Dongen. Deze parameters zijn echter minder relevant met betrekking tot de ontwikkeling van waterplanten of varieerden niet zo sterk tussen de compartimenten zodat het moeilijk is om daar de variatie in ontwikkeling aan af te kunnen leiden. Het verloop van de parameters pH, fosfaat en blauwalg zijn bijgevoegd in bijlage 8 van het rapport.

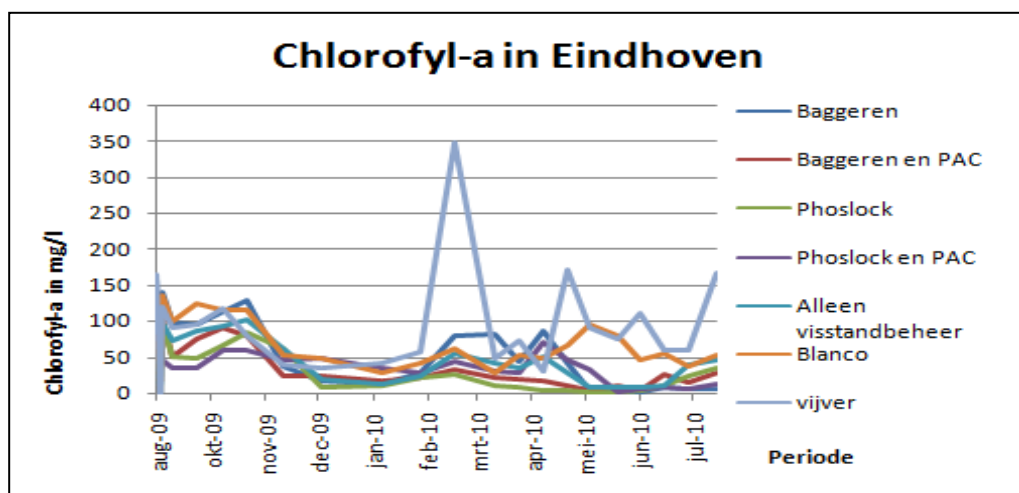
4.16. Verloop van parameters in de vijver in Eindhoven

Ook in de compartimenten in de vijver in Eindhoven werden in de tweede periode de kleurverschillen duidelijker zichtbaar. Sommige compartimenten en de vijver kleurden duidelijk meer groen dan andere. In grafiek 12 is te zien dat de vijver, het gedeelte buiten de compartimenten, veel troebeler is dan de compartimenten zelf. Het blanco compartiment waar geen maatregelen zijn uitgevoerd is het meest troebel. Het verloop van de parameter turbiditeit ligt voor de overige compartimenten dicht bij elkaar. In de vijver en het blanco compartiment zijn geen waterplanten uitgezet. Het is daarom niet mogelijk om met behulp van deze parameter de ontwikkeling van de waterplanten in Eindhoven te onderbouwen. De turbiditeit van de meeste compartimenten in Eindhoven ligt onder het niveau van de vijver in Dongen.



Grafiek 12: verloop van de parameter turbiditeit in Eindhoven in de periode van augustus 2009 t/m juli 2010.

Het chlorofyl-a verloop laat ook voor het overgebleven deel van de vijver en het blanco compartiment de hoogste waarden zien, net als het verloop van de parameter turbiditeit. De verschillen tussen de andere compartimenten zijn niet groot, met een iets hogere waarde (50 ug/l) in compartiment 5 (alleen visstandbeheer). De planten in compartiment 5 zijn minder goed ontwikkeld dan in andere compartimenten maar dit verschil is niet significant. Het chlorofyl-a gehalte in de vijver is laag (150 ug/l) vergeleken met enkele van de compartimenten in Dongen. Volgens de WHO-richtlijnen⁴ is de kans op acute gezondheidsproblemen hoog in beide vijvers (hoog risico vanaf 50 ug/l). Het verloop van de overige beschikbare parameters zijn bijgevoegd in bijlage 9 van het rapport.



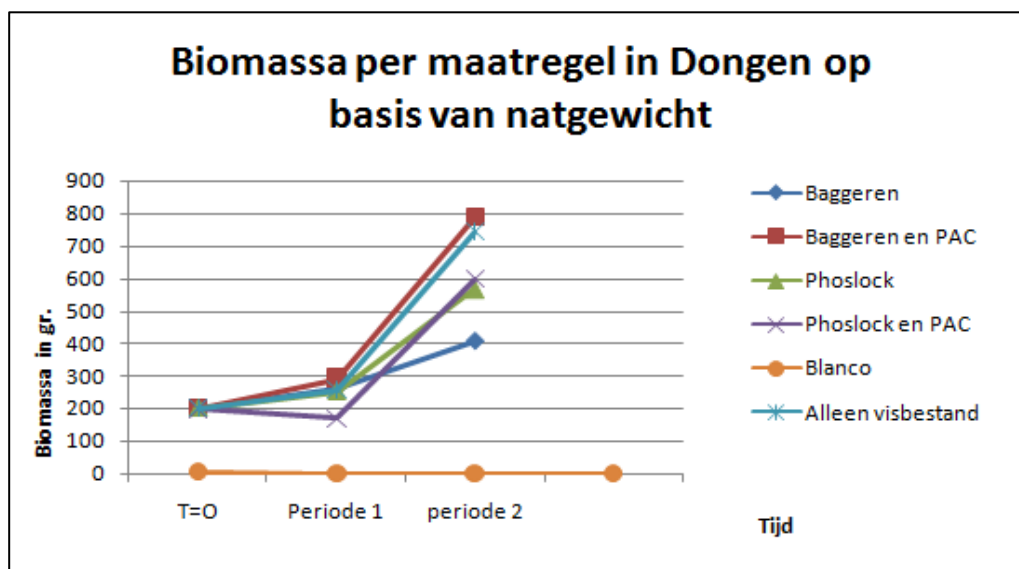
Grafiek 13: verloop van de parameter chlorofyl-a in Eindhoven in de periode van augustus 2009 t/m juli 2010.

4.17. Totale biomassa per maatregel

In deze paragraaf wordt een overzicht weergegeven van het gemiddelde gewicht van beide soorten bij elkaar opgeteld per uitgevoerde herstelmaatregel vanaf het moment van uitzetten (T=0), in periode 1 en periode 2. Voor alle compartimenten, behalve voor de 'blanco's' geldt dat er aanvullend op de uitgevoerde maatregel

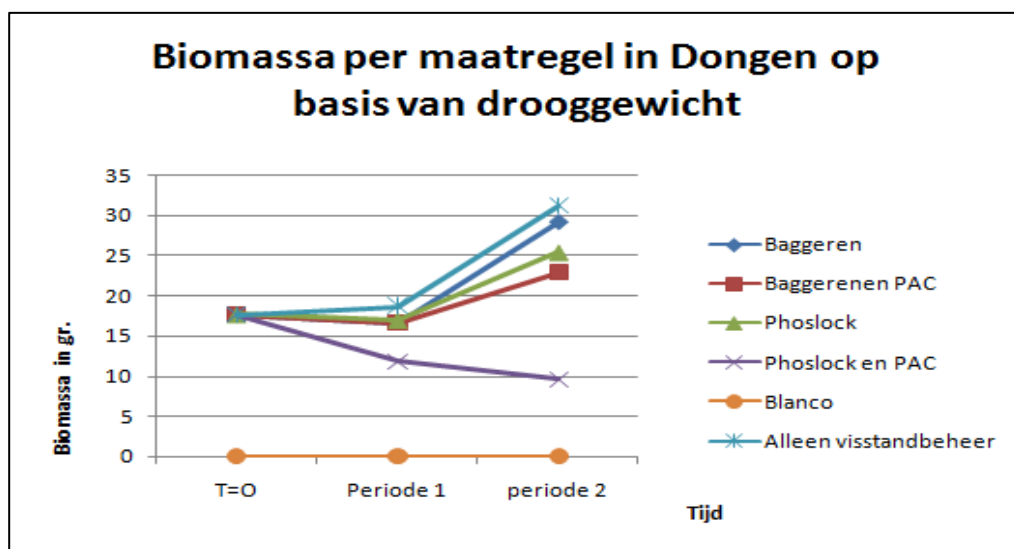
⁴ De World Health Organisation heeft richtlijnen opgesteld voor de relatieve kans van effecten van blootstelling aan cyanobacteriën tijdens recreatieve activiteiten.

visstandbeheer is uitgevoerd. In onderstaande grafieken is ook het blanco compartiment meegenomen om een compleet beeld te geven, daar zijn geen waterplanten uitgezet. Er is gekozen om in deze grafieken de biomassa van beide soorten bij elkaar op te tellen en in beeld te brengen. Op deze wijze wordt duidelijk onder welke omstandigheden, waterplanten onafhankelijk van de soort zich optimaal kunnen ontwikkelen. De grafieken van de biomassa per soort zijn bijgevoegd in bijlage 10a en b van dit rapport.



Grafiek 14: biomassa van beide soorten opgeteld per maatregel in Dongen op basis van natgewicht.

In Dongen is de biomassa tijdens periode 1 in de meeste compartimenten zeer licht gestegen (natgewicht) of afgenomen (drooggewicht) ten opzichte van het uitzetgewicht, waarbij compartiment 4 (Phoslock® en PAC) de grootste daling laat zien. Tijdens periode 2 heeft de biomassa zich hersteld in alle compartimenten (natgewicht).

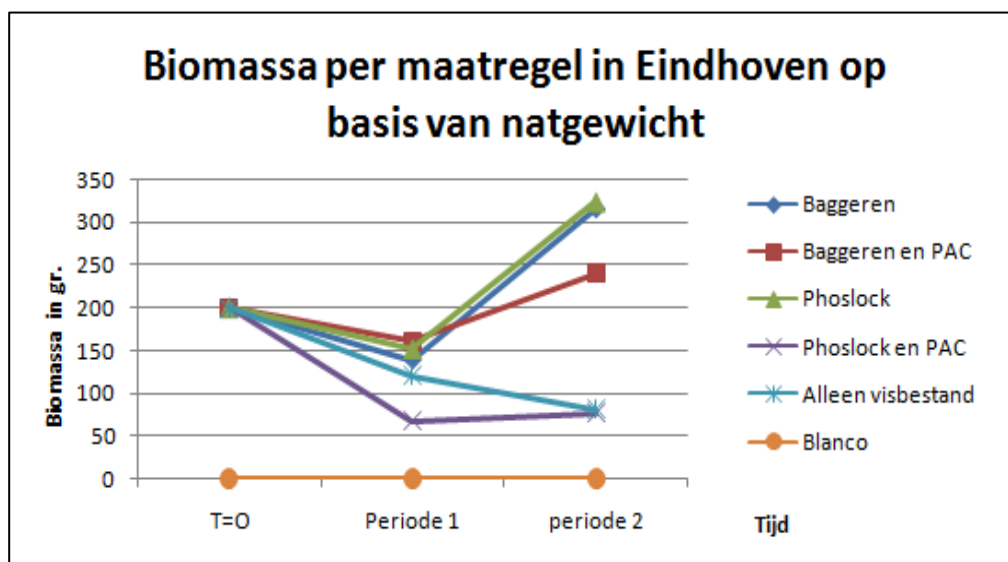


Grafiek 15: biomassa van beide soorten opgeteld per maatregel in Dongen op basis van drooggewicht.

Op basis van het drooggewicht zet de afname in compartiment 4 (Phoslock® en PAC) door tijdens periode 2. Opvallend is de hoge biomassa in compartiment 6 (alleen visstandbeheer) op basis van het nat- en drooggewicht. Het is echter mogelijk

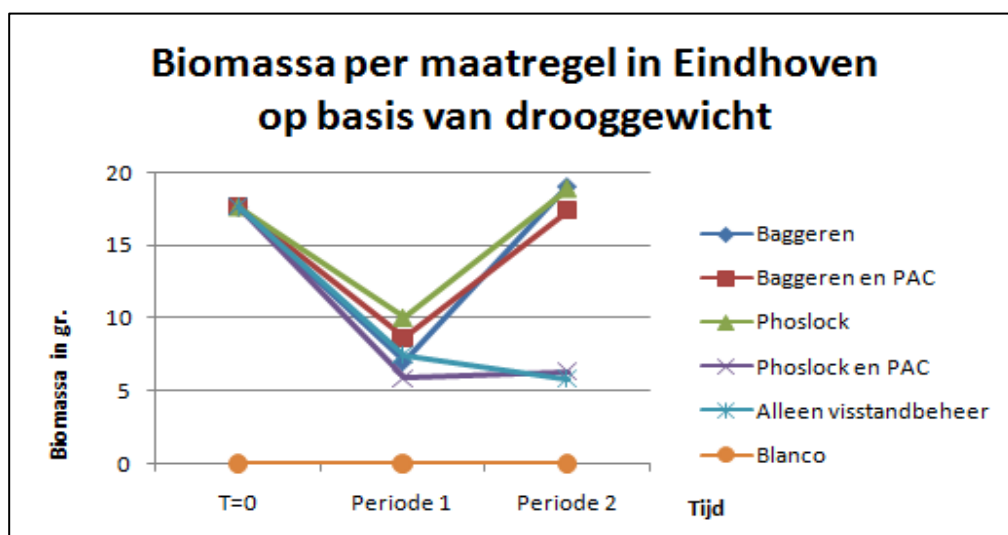
dat hier andere omstandigheden zoals het ondiepe water in dit compartiment een rol hebben gespeeld in de ontwikkeling van de ondergedoken waterplanten.

In Eindhoven (zie grafiek 16) is de biomassa in periode 1 sterk afgenomen in alle compartimenten op basis van nat- en drooggewicht, met de grootste afname in de compartimenten 4 (Phoslock® en PAC) en 5 (alleen visstandbeheer).



Grafiek 16: biomassa van beide soorten opgeteld per maatregel in Eindhoven

Gedurende periode 2 hebben de waterplanten in drie van de vijf compartimenten zich hersteld. De waterplanten in de compartimenten 4 (Phoslock® en PAC) en 5 (alleen visstandbeheer) hebben de biomassa niet kunnen herstellen. Van deze planten was weinig meer over in de netten dan een aantal dode takjes. In de compartimenten 1 (baggeren), 2 (baggeren en PAC) en 3 (Phoslock®) is de biomassa wel toegenomen in periode 2 maar blijkt op basis van het drooggewicht maar weinig gegroeid ten opzichte van de uitgezette biomassa.



Grafiek 17: biomassa van beide soorten opgeteld per maatregel in Eindhoven.

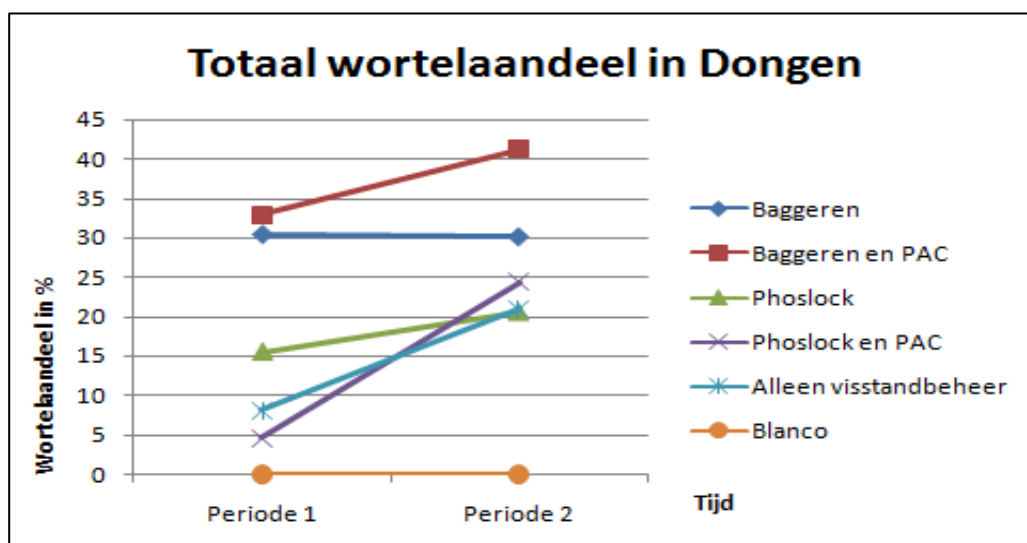
Opvallend is dat in Dongen en Eindhoven de waterplanten zich duidelijk minder goed hebben ontwikkeld in de compartimenten met Phoslock® en PAC. Ook is het

opvallend dat de waterplanten in compartiment 6 (alleen visstandbeheer) in Dongen in vergelijking met de andere compartimenten in Dongen goed zijn gegroeid. Terwijl de waterplanten in het vergelijkbare compartiment in Eindhoven niet zijn gegroeid en alleen maar afgenomen zijn in biomassa. Dit kan wellicht te maken hebben met het verschil in waterdiepte. De vijver in Eindhoven is circa 20 cm dieper dan in Dongen.

4.18. Resultaten wortelaandeel van ondergedoken waterplanten

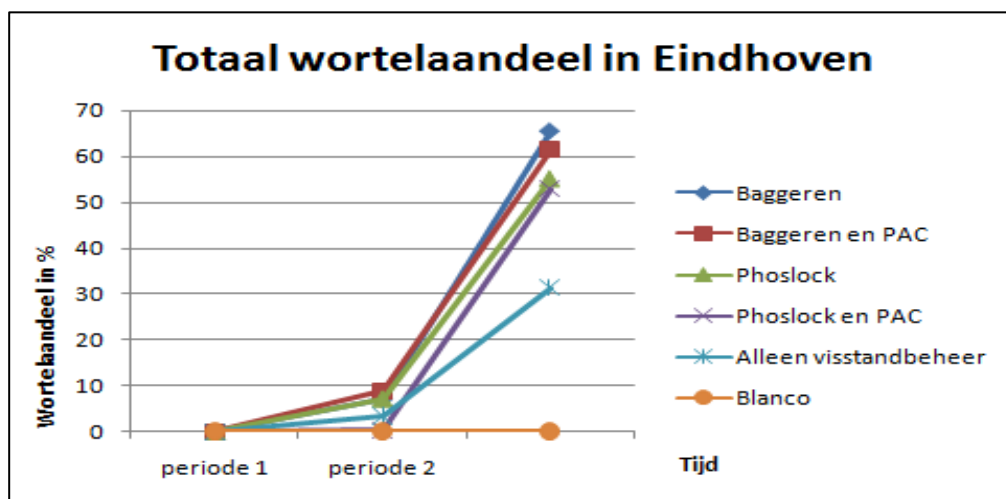
De grafieken 18 en 19 geven het wortelaandeel in procenten weer wat op het moment van oogsten aanwezig was. In een reeds uitgevoerd onderzoek (Pauwels, 2009) zijn alle wortels verwijderd voorafgaande aan de proef. Daarna zijn de planten uitgezet in de proefopstellingen en is de wortelontwikkeling bepaald per maatregel. Tijdens het onderzoek in het kader van deze afstudeeropdracht is geen nul-meting van de wortels uitgevoerd. Het is dus niet te zeggen hoe de wortels zich ontwikkeld hebben, enkel het wortelaandeel op het moment van oogsten wordt weergegeven.

In eerste instantie was gepland om van alle opgehaalde netten het wortelaandeel te bepalen. Dit bleek echter niet haalbaar in de beschikbare tijd vanwege de grote hoeveelheid planten. Er is gekozen om het wortelaandeel van de waterplanten in de netten 9 en 10 (de netten in het midden van elk compartiment) van beide soorten te bepalen. De omstandigheden zoals waterdiepte en zonlicht van deze netten zijn het meest gelijk. De grafieken geven het gemiddelde wortelaandeel van twee netten per behandeling weer.



Grafiek 18: wortelaandeel van beide soorten bij elkaar opgeteld per behandeling in Dongen.

Opvallend is dat het wortelaandeel in de compartimenten 1 (baggeren) en 2 (baggeren en PAC) het hoogst is op beide locaties. Het percentage ligt voor deze compartimenten hoger in Eindhoven. Alle compartimenten, behalve compartiment 1 (baggeren) welke gelijk blijft, in Dongen laten een stijging zien van het wortelaandeel in de tweede periode. De waterplanten in compartiment 3 (Phoslock®) en 5 (alleen visstandbeheer) hebben op het moment van oogsten in de tweede periode het laagste wortelaandeel met 20%.



Grafiek 19: wortelaandeel van beide soorten bij elkaar opgeteld per behandeling in Eindhoven.

In Eindhoven zijn de planten van compartiment 5, waar alleen visstandbeheer is uitgevoerd minder goed ontwikkeld dan de andere planten. Het wortelaandeel is het laagst in dit compartiment. De planten in compartiment 4 (Phoslock® en PAC) zijn ook minder goed ontwikkeld op beide locaties, maar hebben een groter wortelaandeel op het moment van oogsten dan de waterplanten in compartiment 5 (alleen visstandbeheer).

5. Conclusie

Waterbeheerders voeren veelvuldig herstelmaatregelen uit om watersystemen met problematische blauwalgenoverlast aan te pakken. De maatregelen zijn vaak gericht op het verlagen van de nutriëntenbronnen om er zo voor te zorgen dat minder nutriënten beschikbaar zijn voor blauwalgengroei. De werkzaamheden zijn afgerond en het project lijkt geslaagd, herstelprojecten worden zelden geëvalueerd. Maar zijn de genomen maatregelen voldoende effectief om een troebel, soortenarm met blauwalgen dominerend watersysteem duurzaam om te laten slaan naar een helder, soortenrijk watersysteem wat voldoet aan de eisen die de Kaderrichtlijnwater stelt aan de oppervlaktewateren in Europa?

5.1. Etten-Leur

In de vijver aan de Hoge Neerstraat te Etten-Leur is gebleken dat de uitgevoerde maatregelen waaronder baggeren, visstandbeheer, aanleggen van natuurvriendelijke oevers, het uitzetten van oever- en waterplanten en communicatie met gebruikers en omwonenden van de vijver niet voldoende efficiënt zijn geweest om een duurzame omslag te bewerkstellingen. Als er naar het verloop van de parameters in de vijver wordt gekeken, lijken sommige parameters positief beïnvloed door de uitgevoerde herstelmaatregelen. Vooral het chlorofyl-a (algenbiomassa) is sterk afgenomen na het uitvoeren van de maatregelen (zie § 4.4.2). Dit is natuurlijk positief, maar het is de vraag hoe lang deze verbeteringen gehandhaafd blijven. Uit de vegetatieopname is gebleken dat het bedekkingspercentage van ondergedoken waterplanten schrikbarend laag is. Er zijn tijdens de vegetatieopname maar enkele ondergedoken waterplanten aangetroffen en de aangetroffen planten waren niet vitaal. Dit betekent dat het merendeel van de in 2009 uitgezette ondergedoken waterplanten het niet heeft overleefd (zie § 4.9). Bij een overschrijding van de draagkracht van nutriënten in een watersysteem verdwijnen de waterplanten ten gunste van algen en vis (STOWA, 2008-04).

Tijdens het schrijven van dit rapport bleek het aantal blauwalgen weer zo te zijn gestegen in de vijver in Etten-Leur dat Waterschap Brabantse Delta een persbericht heeft uitgegeven. Hierin werden mensen gewaarschuwd voor de gevaren van contact met water waarin blauwalgen aanwezig zijn. De kans is groot dat de vijver snel weer zal omslaan naar een troebel, soortenarm watersysteem met jaarlijks terugkerende blauwalgenoverlast

Hierna worden de uitgevoerde maatregelen en het effect ervan in Etten-Leur besproken. Op basis van een inschatting van het verwachte rendement en de vereiste inspanning (kosten) kan een keuze worden gemaakt welke maatregelen in de toekomst uit te voeren in soortgelijke watersystemen. De kosten van de uitgevoerde maatregelen, behalve het afvissen, zijn afkomstig uit het bestek van de uitvoerende aannemer. De kosten van het afvissen zijn afkomstig van de factuur van de firma die de vijver heeft afgevist.

5.1.1. Baggeren

Door de sliblaag te verwijderen wordt de interne nutriëntenbron aangepakt. Hierdoor zullen er minder nutriënten in de waterkolom beschikbaar zijn. In de vijver is gebaggerd in den droge. Dit betekent dat de vijver leeg is gepompt en daarna de sliblaag met behulp van een kraan is afgegraven. Dit is een ingrijpende maatregel, het gehele systeem wordt hierdoor aangetast. Daarnaast is het ook een dure maatregel. Het baggeren van de vijver heeft circa € 35.000,00 gekost (exclusief het baggeren van het smalle deel in 2007).

Samengevat: baggeren is een maatregel die grote inspanning vergt en waarschijnlijk een positief effect sorteert (zie § 4.4.3). Het effect van baggeren is echter niet voldoende geweest om de waterkwaliteit blijvend te verbeteren, het is noodzakelijk om aanvullende maatregelen uit te voeren om het gewenste resultaat te bereiken.

5.1.2. Visstandbeheer

In voedselrijke troebele vijvers is vaak een soortenarme hoge visbezetting aanwezig van zogenaamde bodemwoelers. Deze zorgen continu voor slibopwerveling. Daarnaast vangen deze soorten veel grote watervlooien weg, waardoor predatie van algen geremd wordt en op die manier bijdraagt aan een slecht doorzicht. In de vijver is de populatieregulatie uitgevoerd door éénmalige visafvangst. Na het uitvoeren van de werkzaamheden is 150 kg/ha vissen van het snoek-blankvoortype uitgezet in de vijver. Deze maatregel heeft € 2600,00 gekost.

Samengevat: het is niet bekend wat het effect van de maatregel visstandbeheer is geweest. Alleen het gecombineerde effect van alle maatregelen samen is bekend. Visstandbeheer is een maatregel die een middelgrote inspanning vergt. Uit onderzoek in andere systemen, waaronder Natura-2000 gebied 'De Deelen' blijkt dat visstandregulatie gedurende een korte periode een klein positief effect heeft op de waterkwaliteit. Het is bekend dat de beste resultaten worden behaald als de planktivore visstand wordt gereduceerd tot < 50 kg vis per hectare en deze hoeveelheid ook gehandhaafd blijft (Meijer, 2000). Met de hengelsportvereniging die de visrechten heeft in de vijver is overeengekomen dat 175 kg/ha vissen uitgezet zou worden. Er is dus in de eerste plaats al teveel vis teruggeplaatst in de vijver, zodat de maatregel waarschijnlijk niet het juiste effect heeft gebracht. Dit onderwerp komt in het hoofdstuk 7 'aanbevelingen' verder aan de orde.

5.1.3. Aanleggen van natuurvriendelijke oevers

Om het eiland heen zijn schanskorven en leemgrond aangebracht om natuurvriendelijke oevers te creëren. Daarna is het eiland aangeplant met een grote hoeveelheid oeverbeplanting. Deze beplanting is ook rond de vijver achter de beschoeiing aangebracht. In totaal zijn er ruim 6000 exemplaren van verschillende soorten oeverbeplanting aangeplant. Het aanbrengen van natuurvriendelijke oevers kan positieve effecten opleveren doordat oeverbeplanting concurreert voor voedingsstoffen met blauwalgen. Daarnaast kunnen natuurvriendelijke oevers geschikt zijn als schuil- en paaiplaatsen voor vissen. De meeste oeverbeplanting is echter achter de beschoeiing geplaatst en heeft dus vrijwel geen effect op de waterkwaliteit. Een klein deel van de oeverbeplanting staat daadwerkelijk in contact met het water. De aanplant van het eiland is niet succesvol gebleken, het gehele eiland is kaal tot circa 40 cm boven de watergrens. De vorig jaar uitgezette oeverbeplanting op het eiland heeft het niet overleefd. In totaal hebben deze werkzaamheden bijna €30.000,00 gekost.

Samengevat: aanleggen van natuurvriendelijke oevers is een maatregel die een grote inspanning vergt. Het is niet te achterhalen wat het effect van deze maatregel is geweest, alleen het gecombineerde effect van alle maatregelen is bekend.

5.1.4. Uitzetten van ondergedoken waterplanten

Na het uitvoeren van een herstelmaatregel, zoals baggeren is vaak de gehele watervegetatie, als deze al aanwezig was, verwijderd uit het watersysteem. In de vijver te Etten-Leur waren geen ondergedoken waterplanten aanwezig voor aanvang van de werkzaamheden. Er zijn circa 9000 stuks uitgezet van de soorten grof hoornblad, brede waterpest en gewoon sterrenkroos. Ondergedoken waterplanten hebben een positief effect op de slibopwerveling, door in de bodem te wortelen houden zij het slib vast en ondergedoken waterplanten gaan de concurrentiestrijd

aan om voedingsstoffen met algen. Daarnaast zorgen waterplanten voor paaigelegenheid voor vissen en zijn onmisbaar als schuilplaats voor roofvis. Deze maatregel heeft ruim €14.000,00 gekost.

Samengevat: uitzetten van ondergedoken waterplanten is een maatregel die een grote inspanning vergt en in dit geval geen effect heeft gesorteerd. De waterkwaliteit in de vijver te Etten-Leur bleek niet voldoende hersteld voor de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten, bijna alle uitgezette ondergedoken waterplanten zijn verdwenen. Als de waterkwaliteit niet voldoende goed is, levert deze maatregel geen rendement op. Als waterplanten worden uitgezet in een systeem met voldoende waterkwaliteit zal het rendement van deze maatregel hoog zijn. De vijver scoorde slecht (EKR 0,2) voor de maatlat doorzicht, dit is een belangrijke parameter voor de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten. Daarnaast is het van belang om soorten uit te zetten die gezien hun optimale standplaatsfactoren overeen komen met de factoren op de uitzetlocatie. In § 4.3 zijn de eigenschappen van de drie uitgezette soorten op een rij gezet. Het blijkt dat niet alle eigenschappen overeenkomen met de parameters in de vijver. Zo zijn de soorten gewoon sterrenkroos en brede waterpest afhankelijk van helder water. Grof hoornblad kan zich wel handhaven in troebeler water. Deze soort is in lage aantallen aangetroffen in een deel van de vijver. Gewoon sterrenkroos en vooral brede waterpest hebben moeite zich te handhaven in een vijver met hoge fosfaat gehalten. De vijver aan de Hoge Neerstraat is zeer voedselrijk wat het niet voorkomen van laatst genoemde soorten kan verklaren.

5.2. Dongen en Eindhoven

In de vijvers te Dongen en Eindhoven zijn een aantal compartimenten geplaatst waar verschillende (kansrijke) herstelmaatregelen worden getest. In het kader van deze opdracht zijn ondergedoken waterplanten van de soorten *Myriophyllum spicatum* en *Elodea nuttallii* uitgezet in de verschillende compartimenten. De geteste maatregelen zijn baggeren, toedienen van het vlokmiddel PAC39, toedienen van het bindmiddel Phoslock® en visstandbeheer.

5.2.1. Ontwikkeling op basis van natgewicht

Uit de resultaten op basis van natgewicht blijkt dat in de eerste periode de planten het minst ontwikkeld zijn in compartiment 4 waar PAC en Phoslock® is toegediend. Zelfs in het compartiment waar alleen de visstand is aangepast (compartiment 6) zijn beide soorten beter ontwikkeld dan in compartiment 4. In de tweede periode is *Myriophyllum spicatum* het meest gegroeid in compartiment 2 (baggeren en PAC). Dit is alleen significant in vergelijking met compartiment 1 (baggeren) waar de soort het minst is ontwikkeld. Voor *Elodea nuttallii* zijn geen significante verschillen opgetreden in de ontwikkeling tussen de compartimenten (zie § 4.13 en § 4.14).

5.2.2. Ontwikkeling op basis van drooggewicht

Uit de resultaten op basis van het drooggewicht lijken de planten ook het minst goed ontwikkeld te zijn in compartiment 4 (PAC en Phoslock®). Deze verschillen zijn niet significant.

Het is op basis van deze gegevens niet mogelijk om met zekerheid een uitspraak te doen over de effecten die de maatregelen hebben gehad op de ontwikkeling van waterplanten. Het onderzoek heeft maar een korte periode plaats gevonden en ook andere factoren zoals waterdiepte hebben wellicht een rol gespeeld in het verschil tussen de ontwikkeling van de waterplanten in de verschillende compartimenten. In hoofdstuk 7 'aanbevelingen' wordt hier verder op ingegaan (zie § 4.13 en § 4.14).

5.2.3. Parameters en ontwikkeling van waterplanten

In de vijver in Etten-Leur is gebleken dat de uitgezette soorten misschien niet zo goed bij de omstandigheden op de locatie pasten. In Dongen en Eindhoven is gekozen om soorten uit te zetten die algemeen voorkomen in Nederland en dus makkelijk verzameld konden worden in het voorjaar. Daarnaast zijn het soorten die aangepast zijn aan voedselrijke omstandigheden en bekend staan om hun snelle ontwikkeling. Ondanks het troebele water van sommige compartimenten, zoals compartiment 2 in Dongen in de tweede periode zijn deze soorten toch over het algemeen goed gegroeid. Waarschijnlijk waren de soorten voor het troebel worden van de compartimenten al voldoende ontwikkeld om door te kunnen groeien onder de troebele omstandigheden. De voedselrijkdom is in geen van de compartimenten zo laag geworden dat de soorten niet meer kunnen groeien. Al kan dit misschien wel een rol gespeeld hebben bij de slechte groei in de compartimenten met Phoslock® en PAC (zie § 4.15).

5.2.4. Biomassa per maatregel

Het is opvallend dat in Dongen het compartiment waar alleen visstandbeheer is uitgevoerd (6) een hoge biomassa laat zien van beide soorten op basis van nat- en drooggewicht, terwijl dit compartiment (5) in Eindhoven de laagste biomassa laat zien (§4.17). In Eindhoven heeft compartiment 3 (Phoslock®) de hoogste biomassa van beide soorten. Wellicht heeft de hoge biomassa van compartiment 6 (alleen visstandbeheer) in Dongen te maken met de omstandigheden in het compartiment. Dit compartiment is erg ondiep waardoor de waterplanten meer zonlicht hebben ontvangen dan in diepere compartimenten. Daarnaast was de turbiditeit en chlorofyl-a erg laag wat zorgt voor een voldoende doorzicht. Dit zelfde compartiment in Eindhoven is wat dieper en had vooral in de tweede periode een hoog chlorofyl-a en turbiditeit gehalte wat zorgt voor een slecht doorzicht (zie § 4.17).

5.2.5. Wortelaandeel

Het wortelaandeel is op beide locaties het hoogst in de compartimenten 1 (baggeren) en 2 (baggeren en PAC). De overeenkomst is dat deze compartimenten allemaal gebaggerd zijn en dat dus de voedselrijke sliblaag is weggehaald. Wellicht hebben de planten meer wortels moeten ontwikkelen om voedingsstoffen te kunnen bemachtigen. Daarnaast is het bekend dat *Myriophyllum spicatum* onder voedselarme omstandigheden meer wortels ontwikkeld dan bij voedselrijke omstandigheden (zie § 4.18).

6. Reflectie op het onderzoek

In dit hoofdstuk wordt er kritisch gekeken naar de beoordeling van de waterkwaliteit die is gemaakt in hoofdstuk 4 'resultaten' met behulp van de EKR-maatlatten. Daarnaast worden enkele punten van kritiek met betrekking tot de gehanteerde werkwijze besproken.

6.1. Diagnose

Als in de vijver te Etten-Leur naar het verloop van de parameters wordt gekeken blijkt dat er positieve effecten zijn opgetreden na de uitvoering van het maatregelenpakket. Dit positieve effect is niet voldoende gebleken om de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten mogelijk te maken. Om een goede diagnose te kunnen maken is het noodzakelijk om de actuele belasting en de kritische belasting van een waterlichaam te bepalen. De kritische belasting van de vijver in Etten-Leur kan worden bepaald door een water- en stoffenbalans op te stellen. Door de resultaten van de water- en stoffenbalans te toetsen aan de diagnostische waarden (STOWA, 2008) kan een diagnose voor de vijver worden opgesteld. De resultaten van de diagnose zal veel specifiekere inzichten geven in de toestand van de vijver dan de EKR-waarden doen. Aan de hand van de resultaten van de diagnose kunnen specifieke aanbevelingen gedaan worden met betrekking tot het uitvoeren van effectieve maatregelen.

Om een gedegen water- en stoffenbalans op te stellen en de kritische belasting te kunnen berekenen zijn een aantal waarden noodzakelijk die op dit moment niet voorhanden zijn voor de vijver in Etten-Leur zoals de nutriënten in de waterbodem. Daarom is ervoor gekozen om geen diagnose op te stellen voor deze vijver, maar wel een stappenplan te maken voor het opstellen van een diagnose. Dit stappenplan kan gebruikt worden voor de vijver in Etten-Leur, maar ook voor andere watersystemen waar een waterbeheerder maatregelen uit wil gaan voeren om blauwalgenoverlast aan te pakken. In hoofdstuk 7 'aanbevelingen' wordt ingegaan op de noodzaak om een gedegen diagnose van een watersysteem op te stellen voorafgaande aan een herstelproject. Het stappenplan zal worden uitgewerkt en de bekende waarden voor het opstellen van een water- en stoffenbalans worden gegeven.

6.2. Uitzetten en oogsten van de waterplanten

Tijdens het uitzetten en oogsten van de waterplanten in Dongen en Eindhoven is veel overleg gevoerd over de werkwijze. Sommige zaken waren niet voorzien of onderschat. Zo is er tijdens de eerste uitzetronde besloten om losse planten uit te zetten in de verschillende compartimenten zodat er ook na het ophalen van de laatste netten nog planten in de compartimenten zouden achter blijven. Er is 1 a 2 kilogram natgewicht van beide soorten los uitgezet per compartiment. Tijdens de eerste oogstronde leverden de losse waterplanten geen problemen op. De planten dreven rond in de compartimenten en waren nog niet in de bodem geworteld. Tijdens de tweede oogstronde bleek dat de losuitgezette waterplanten waren geworteld in de bodem en flink waren gegroeid. Het was niet overal duidelijk zichtbaar meer of de spruiten behoorden tot de planten in de netten of tot de losse planten. Dit kan gezorgd hebben voor een onnauwkeurigheid in de oogstgewichten van periode 2.

Daarnaast waren ook de waterplanten in de netten zo goed ontwikkeld dat ze in een straal van enkele meters om de uitzetlocatie waren geworteld in de bodem. Het was niet meer met zekerheid te zeggen hoeveel biomassa er tot de netten behoorde. Een deel van de planten kan achtergebleven zijn in de vijver bij het oogsten in periode 2. Dit kan een onderschatting van de ontwikkeling geven. Ook stonden sommige netten zo dicht bij elkaar dat enkele netten in periode 2 overgroeid zijn door de planten uit

andere netten en zelf niet de kans hebben gekregen om te ontwikkelen. Dit was vooral het geval in Dongen, *Myriophyllum spicatum* had zich daar zo sterk ontwikkeld dat *Elodea nuttallii* waarschijnlijk minder ruimte heeft gekregen om zich te ontwikkelen.

Tijdens een vervolgonderzoek is het aan te raden om de losse planten pas na het oogsten van de waterplanten uit te zetten en de netten verder uit elkaar te plaatsen zodat duidelijk is welke planten tot welke netten behoren.

6.3. Bepalen van het wortelaandeel

Het bepalen van het aandeel wortels van de planten van ieder net bleek te veel tijd in beslag te nemen. Het vergelijken van een gemiddelde van twee monsters per compartiment is echter zeer weinig om een goed onderbouwde uitspraak te kunnen doen, het geeft alleen een grove indruk. Daarnaast heeft er geen nul-meting plaats gevonden en kan de wortelontwikkeling niet worden bepaald tussen periode 0 en periode 1, maar is het wortelaandeel op het moment van ophalen bepaald.

Tijdens het scheiden van de wortels van *Myriophyllum spicatum* ontstond de discussie welk deel van de plant tot de wortels behoort. In de eerste periode waren er enkele witte fijne wortels aan de spruiten aangetroffen, deze zijn als wortels gewogen. In de tweede periode bleek dat de wortels meer ontwikkeld waren en is het deel van de spruit meegenomen waar de wortels aan vertakt zitten, tot op het punt waar geen blad groeit. Dit verklaart de hoge percentages wortelaandeel van *Myriophyllum spicatum* in de tweede periode. Voor *Elodea nuttallii* is deze discussie niet aan de orde geweest, bij deze soort was duidelijk zichtbaar waar de spruit ophield en de wortel begon.

6.4. Andere factoren

Omdat de proeflocaties zich niet in het laboratorium bevonden maar in een stedelijke omgeving, hebben externe factoren ook invloed gehad op de ontwikkeling van de ondergedoken waterplanten. Zo was de waterdiepte in de verschillende compartimenten in Dongen en Eindhoven niet gelijk en zullen ook niet alle netten gelijke hoeveelheden zonlicht hebben ontvangen. Daarnaast zijn tijdens het onderzoek in Dongen meerdere malen brasem en karper van flinke afmetingen (40 cm) aangetroffen, welke vermoedelijk zijn uitgezet. De vissen zijn direct afgevangen, maar het is niet duidelijk hoe lang de vissen aanwezig zijn geweest in de compartimenten. Het is niet te achterhalen of deze vissen de ontwikkeling van de waterplanten of de waterkwaliteit hebben beïnvloed. Het is waarschijnlijk dat de vissen pas na de ijsbedekking (februari 2010) zijn uitgezet, anders waren ze in het ondiepe water onder het ijs gestorven.

7. Aanbevelingen

Naar aanleiding van de resultaten en conclusies worden in dit hoofdstuk een aantal aanbevelingen gedaan om in de toekomst effectief en resultaatgericht te werk te gaan bij het uitvoeren van herstelprojecten.

7.1. Voorafgaande aan een herstelproject dient een diagnose van het watersysteem opgesteld te worden

Aan de hand van de resultaten van de diagnose kunnen specifieke aanbevelingen gedaan worden met betrekking tot het uitvoeren van effectieve maatregelen. Dit kan voorkomen dat een waterbeheerder kostbare en ingrijpende herstelmaatregelen uit laat voeren die niet het gewenste resultaat opleveren. De stappen worden hierna genoemd. In bijlage 6 van dit rapport is het stappenplan voor het opstellen van een diagnose verder uitgewerkt. De gebruikte gegevens zijn van toepassing op de vijver in Etten-Leur, maar dit stappenplan is ook te gebruiken voor het opstellen van een diagnose voor andere watersystemen.

Stap 1: Opstellen van een water- en stoffenbalans;

Stap 2: Bepalen van de kritische belasting;

Stap 3: Invullen van de diagnostische tabel;

7.2. Na afloop van een herstelproject dient gemonitord te worden

Tijdens en na afloop van de werkzaamheden dient een herstelproject gemonitord te worden. Daarnaast is het van belang om de uitgangssituatie goed vast te leggen. Vaak worden kostbare maatregelen uitgevoerd en is er geen budget en/of tijd meer beschikbaar voor monitoring. Niemand weet of de maatregelen het gewenste resultaat hebben behaald en het volgende project wordt alweer op dezelfde wijze uitgevoerd zonder dat het duidelijk is of de maatregelen werken. Door herstelprojecten te monitoren kan er veel kennis opgedaan worden over de effecten van herstelmaatregelen die in veel gevallen nog ontbreken. Tijdens het monitoren dient aandacht besteed te worden aan het verloop van parameters gedurende een periode van meerdere jaren en ook dient jaarlijks een vegetatie- en visstandopname uitgevoerd te worden. Door de vegetatieopname in Etten-Leur blijkt dat de waterkwaliteit van de vijver niet voldoende is verbeterd na het uitvoeren van de herstelmaatregelen.

Het is aan te raden om jaarlijks een visstandopname uit te voeren en wanneer noodzakelijk visstandbeheer uit te voeren. Ook kan het zo zijn dat er veel bodemwoelende soorten, zoals brasem en karper illegaal zijn uitgezet in de vijver. Deze vissen kunnen de groei van de waterplanten nadelig hebben beïnvloed.

7.3. Uitzetten van gebiedseigen waterplanten

In de vijver te Etten-Leur zijn waterplanten uitgezet die van een kweker afkomstig waren. De oorsprong van deze planten is onbekend. Dit was alleen voor de ondergedoken waterplanten een kostenpost van meer dan €14.000,00 en heeft geen rendement opgeleverd omdat nagenoeg alle planten dood zijn gegaan. In de vijvers te Dongen en Eindhoven is gebruik gemaakt van plantmateriaal uit het beheergebied van Waterschap Brabantse Delta. Jaarlijks worden in verschillende watersystemen in het beheersgebied vele kilo's waterplanten verwijderd die overlast veroorzaken op locaties nabij sluizen e.d.. Dit plantmateriaal bevat wellicht niet de gewenste soorten, maar de soorten zijn vaak sterker dan de soorten die geplant zijn in de vijver te

Etten-Leur. Het is aan te raden de afweging te maken om plantmateriaal uit de naaste omgeving van het watersysteem te verkiezen boven het plantmateriaal afkomstig van kwekers. Natuurlijk blijven de kosten van het uitzetten bestaan. De planten zullen verzwaard moeten worden om ervoor te zorgen dat ze niet allemaal naar de oevers van de vijver worden gedreven door de wind. En de planten dienen op de meest kansrijke locaties (ondiepe delen) uitgezet te worden.

7.4. Goede communicatie

Tijdens het uitvoeren van herstelprojecten in stadswateren is gebleken dat niet iedereen in de omgeving van het watersysteem open staat voor herstel. Vaak is dit onwetendheid en kan een goede informatievoorziening veel angst en onbegrip bij de omwonenden wegnemen. Bij de herstelwerkzaamheden in de vijver te Etten-Leur en de proeven in Dongen en Eindhoven zijn omwonenden betrokken door het organiseren van informatieavonden en het plaatsen van duidelijke informatieborden. Toch lijkt er veel onvrede te bestaan als er herstelwerkzaamheden worden uitgevoerd in de vijver voor je huis. Net zoals er veel onvrede ontstaat als er dikke, stinkende drijfslagen op dezelfde vijvers liggen.

Op de informatieavonden is aandacht besteed aan de zaken die de omwonenden zelf kunnen verbeteren zoals het honden-uitlaatgedrag en het voeren van de eenden. In Etten-Leur zijn 7 hondenpoepbakken geplaatst en hier wordt gebruik van gemaakt, tijdens de bezoeken aan de vijver werd er weinig poep aan de oevers van de vijver aangetroffen. Maar langs de vijvers te Dongen en Eindhoven worden nog steeds heel veel honden uitgelaten en de poep spoelt bij een regenbui de vijver in. Dit brengt extra nutriënten in het watersysteem. De vele eenden (dagelijks ongeveer 50) in de vijver te Etten-Leur worden nog steeds veelvuldig gevoerd, ook dit zorgt voor een extra nutriëntenbelasting.

Daarnaast hebben waterbeheerders in veel stadswateren te maken met de hengelsportvereniging die de visrechten heeft in de vijvers. Tijdens het uitvoeren van het herstelproject in Etten-Leur en het afsluiten van de vijver in Dongen en een deel van de vijver in Eindhoven is er veel weerstand gekomen vanuit de hengelsportverenigingen. Zij geven aan dat de stadswateren een belangrijke functie hebben als viswater, omdat mensen die moeilijk ter been zijn hier kunnen vissen en hetzelfde geldt voor kinderen die nog niet ver van huis mogen gaan vissen. De hoge visbezetting zorgt voor een grote vangkans en hengelsportverenigingen zien het nut niet altijd om de visstand aan te passen. Ze vergeten dat de hoge visstand en slechte waterkwaliteit het risico op vissterfte vergroot bijvoorbeeld na een vorstperiode.

Zonder medewerking van omwonenden, gebruikers en hengelsportverenigingen is het bijna onmogelijk om het gewenste resultaat te bereiken in een stadsvijver. Het is aan te raden veel en blijvend aandacht aan communicatie met omwonenden en gebruikers te geven en hiermee het te verkrijgen draagvlak mee te nemen bij het maken van een afweging voorafgaande aan het herstelproject. Het is wellicht de moeite waard om kansrijke wateren aan te pakken en geen overheidsgelden uit te geven aan projecten waar de kans op herstel erg klein is, zoals in projecten waar geen medewerking wordt verleend door diverse partijen of waar het herstel zelfs opzettelijk wordt tegengewerkt.

7.5. Vervolgen van het onderzoek ontwikkeling ondergedoken waterplanten in Dongen en Eindhoven

De proeven in Dongen en Eindhoven hebben op basis van het natgewicht significante verschillen in de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten laten zien. Op basis van het drooggewicht waren de verschillen echter niet significant. De compartimenten in Dongen en Eindhoven blijven ook het komende jaar in de vijver staan. Het is aan te raden om de effecten van de verschillende behandelingen op de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten te volgen zolang de compartimenten aanwezig zijn in de vijvers. Dit kan worden uitgevoerd door zo snel mogelijk een vegetatieopname van de achtergebleven planten uit te voeren in de compartimenten en het bedekkingspercentage van de verschillende soorten te bepalen. Dit dient in 2011 enkele malen herhaald te worden. De bedekkingspercentages van de verschillende compartimenten dienen vergeleken te worden op dezelfde wijze waarop de ontwikkeling van de waterplanten nu is onderzocht.

Literatuurlijst

- Aalderink, H., et al. (2009). "Oppervlaktewaterkwaliteit: wat zijn relevante emissies?". ISBN: 97890 73615 257.
- Bos, H. (2007). "Korte termijn aanpak Blauwalgen". Rapportnummer B1751
- Carpenter, S.R. (2008). "Phosphorus control is critical to mitigating eutrophication". PNAS vol. 105, no. 32.
- Commissie Integraal Waterbeheer (2001). "Leidraad Monitoring". definitief rapport.
- Dam, H., van. (2010). "Evaluatie herstelproject Molenvest (Goes)". Rapportnummer AWN912.3
- Dokulil, M. T. (2000). "Cyanobacterial dominance in lakes". Hydrobiologia 438.
- Drábková, M. (2007). "Methods for control of the cyanobacterial blooms development in lakes". Brno.
- Emmerik, W.A.M. van & Peters, J.S. (2009). "Invloed van lokvoer op waterkwaliteit", Sportvisserij Nederland, projectnummer KI2009002.
- Evers, Drs. Ing. C.H.M. & ir. F.C.J. van Herpen,. (2010). "Verkenning afleidingsmethodiek en doelstellingen nutriënten in sterk veranderde regionale wateren", Amersfoort, STOWA 2010-07.
- Groves, S. (2007). Lake Restoration and Reservoir Managment, Phoslock Water Solutions Ltd.
- Gulati, R. D. & Donk, E. van.(2002) "Lakes in the Netherlands, their origin, eutrophication and restoration: state-of- the art review". Hydrobiologia 478.
- Jaarsma, N., et al. (2008). "Van helder naar troebel... en weer terug", een ecologische systeemanalyse en diagnose van ondiepe meren en plassen voor de kaderrichtlijn water.
- Jeppesen, E. (2007). "Shallow lake restoration by nutrient loading reduction- some recent findings and challenges ahead". Hydrobiologia 584.
- Kalkman, P. (2009). "Rapportage visstandonderzoek, Vijver Monseigneur Schaepmanlaan te Dongen"
- Kardinaal E. at al. (2008). "Maatregelen ter voorkoming blauwalgen werken onvoldoende", artikel H2O/7-2008 4-7.
- Loeb, R. & Verdonchot, P.F.M. (2009). "Complexiteit van nutriënten- limitaties in oppervlaktewateren". Werkdocument 128, Wageningen.
- Lurling, M. "Evaluatie van het advies inzake 'Korte termijn aanpak blauwalgenoverlast West-Brabant',

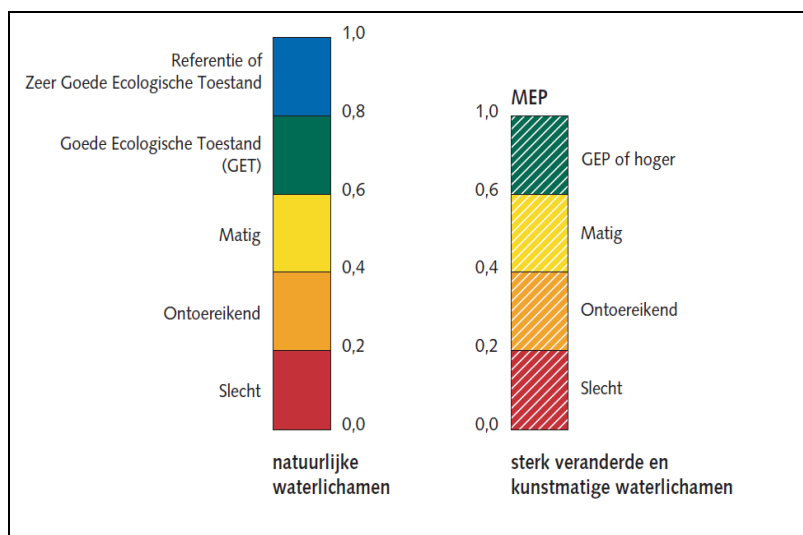
-
- Lurling, M. en H. van Dam (2009). "Blauwalgen: giftig groen, De biologie en risico's van cyanobacteriën".
- Lurling, M. (2009). "KRW-innovatie Bestrijding Blauwalgoverlast, bemonstering en analyses".
- Lurling, M. (2009), "Phoslock® en/of Baggeren?" Rapport M348.
- Molen D.T. van der & Pot, R. (2007) "Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water", STOWA 2007-32.
- Pauwels, M.A. (2009). "The effect of Aluminium, Iron and Lanthanum modified Bentonite (Phoslock®) on macrofauna and ecosystems", research proposal.
- Pauwels, M.A. (2009). "The effect of Iron and Lanthanum modified Bentonite (Phoslock®) on macrofauna and ecosystems".
- Pires, M. D. (2010). "Gezondheidsrisico's van blauwalgen" achtergrondrapport protocol blauwalgen. Deltares.
- Robb, M. et al. (2003). "Application of Phoslock, an innovative phosphorus binding clay, to two Western Australian waterways: preliminary findings". *Hydrobiologia* 494:237-243
- Schindler, D. W. (2008). "Eutrophication of lakes cannot be controlled by reducing nitrogen input: results of a 37-year whole-ecosystem experiment". *PNAS* vol. 105. No 32:11254-11258
- Schindler, D. W. (2009). "Eutrophication science: where do we go from here?". *Trends in Ecology and Evolution* Vol.24 No. 4.
- Sondergaard, M. et al. (2007). "Lake restoration: successes, failures and long-term effects". *Journal of Applied Ecology* 44 (2007) 1095-1105.
- Sondergaard, M. et al. (2008). "Lake restoration by fish removal: Short- and long-term effects in 36 Danish lakes". *Ecosystems* (2008) 11.
- Swart, de, E.O.A.M. et al. (2007). "Korte termijn aanpak van blauwalgen in West-Brabant", Uitvoeringsplan voor stadswateren in Roosendaal, Tilburg, Breda, Etten-Leur, bergen op Zoom en de havens Roosendaal en Steenbergen. 13/99080712/EdS.
- Waajen, G. et al. (2008). "Aanpak blauwalgen in West-Brabant", artikel H20/11-2008 p.8-9.
- Waajen, G. (2009). "Werkwijze uitzetten waterplanten in de compartimenten te Dongen (vijver Mgr. Schaepmanlaan) en Eindhoven (Stiffeliovijver)".
- Waajen, G. (2010). "Kleine Melanen" tussenrapportage enclosureproeven en bezandingsproef.
- Zoetemeyer, B. & Lucas, B. (2007). "Basisboek vistandbeheer", Sportvisserij Nederland.

Bijlage 1: maatlatten, een toelichting op de toegepaste werkwijze

Om de ecologische toestand van een natuurlijk waterlichaam te kunnen beoordelen wordt gebruik gemaakt van maatlatten die landelijk per watertype ontwikkeld zijn⁵. Deze maatlatten geven de kwaliteit weer op een schaal van 0 tot 1. Het hiervoor gebruikte getal wordt de Ecologische KwaliteitsRatio (EKR) genoemd. Bij een EKR-waarde van 0 is het water ecologisch dood en bij een EKR-waarde van 1 is de ecologische kwaliteit zeer hoog. De EKR-waarden zijn te verdelen in 5 klassen: Zeer Goede Ecologische Toestand (ZGET), Goede Ecologische Toestand (GET), Matige, Ontoereikende en Slechte ecologische toestand. De ondergrens van de klasse GET wordt met het getal 0,6, de minimaal te bereiken doelstelling, beschreven voor natuurlijke wateren.

Bij de beoordeling van de vijver aan de Hoge Neerstraat in Etten-Leur kunnen deze maatlatten niet één op één worden overgenomen. We hebben immers te maken met een kunstmatig waterlichaam en niet met een natuurlijk waterlichaam. STOWA heeft een afleidingsmethodiek⁶ voor nutriëntendoelstellingen in sterk veranderde wateren opgesteld. Bij de beoordeling van de ecologische toestand in de vijver aan de Hoge Neerstraat is gebruik gemaakt van deze afleidingsmethodiek. Waar normaal een EKR van 0,6 de ondergrens van de klasse goed is, is voor de vijver in Etten-Leur een EKR van 0,4 vastgesteld als ondergrens van de klasse goed. De maatlatten, opgesteld voor het watertype 'ondiepe gebufferde plassen', typecode M14 zijn gebruikt voor de beoordeling van de ecologische toestand van de vijver. Dit watertype komt het meest overeen met de betreffende vijver.

Deze aangepaste maatlat kent vier klassen: Goed Ecologisch Potentieel (GEP) en hoger, Matig, Ontoereikend en Slecht Ecologisch Potentieel. De maatlatten voor natuurlijke waterlichamen en sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen zijn weergegeven in onderstaande figuur.



De EKR-maatlatten voor natuurlijke en sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen, uitgedrukt in een EKR. Op de MEP maatlat moet 1,0 worden veranderd in 0,8 (Bron: STOWA 2007-32).

⁵ D.T. van der Molen & R. Pot, Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water, STOWA 2007-32

⁶ drs. Ing. C.H.M. Evers & ir. F.C.J. van Herpen, Verkenning afleidingsmethodiek en doelstellingen nutriënten in sterk veranderde regionale wateren, Amersfoort, STOWA 2010-07.

Bijlage 2: EKR-maatlatten voor fosfaat en stikstof

Volgens de afleidingsmethodiek en de maatlat voor algemene fysisch/chemische kwaliteitselementen.

KRW-typen	Omschrijving		Huidig GET	EKR 0.6	EKR 0.5	EKR 0.4	EKR 0.3	Eenheid
R4, R5, R6, R12, R13, R14, R15, R17 en R18	Beken	P	0.12-0.14	0.11	0.15	0.28	0.83	mg P/l
		N*	4.0	2.3	2.6	10.1	nb	mg N/l
M14, M23 en M27	Ondiepe meren	P	0.09	0.09	0.13	0.18	0.27	mg P/l
		N*	1.3	1.3	1.6	1.9	2.6	mg N/l
M20	Diepe meren	P	0.03	0.03	0.04	0.05	0.08	mg P/l
		N*	0.9	0.9	1.0	1.1	1.4	mg N/l
M21	Diepe grote meren	P	0.07	0.07	0.11	0.14	0.21	mg P/l
		N*	1.3	1.3	1.6	1.9	2.6	mg N/l
M30 en M31	Brakke wateren	P*	0.11	0.11	0.17	0.22	0.33	mg P/l
		N	1.8	1.8	2.4	2.9	4.1	mg N/l

Verkenning afleidingsmethodiek en doestellingen nutriënten in sterk veranderde regionale wateren. (Bron: STOWA 2010-17)

* Normering op totaal stikstof in de zoete wateren is niet direct van toepassing omdat deze parameter meestal niet het sturende element is in deze wateren.

Kwaliteitselement	Indicator	Eenheid	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
Thermische omstandigheden	dagwaarde	°C	≤ 23	≤ 25	25 – 27,5	27,5 – 30	> 30
Zuurstofhuishouding	verzadiging	%	60 – 120	60 – 120	50 – 60 120 – 130	40 – 50 130 – 140	< 40 > 140
Zoutgehalte	chloriniteit	mg Cl/l	≤ 200	≤ 200	200 – 250	250 – 300	> 300
Zuurgraad	pH	-	5,5–8,5	5,5–8,5	8,5 – 9,0 < 5,5	9,0 – 9,5	> 9,5
Nutriënten	totaal-P	mgP/l	≤ 0,04	≤ 0,09	0,09 – 0,18	0,18 – 0,36	> 0,36
	totaal-N	mgN/l	≤ 1,0	≤ 1,3	1,3 – 1,9	1,9 – 2,6	> 2,6
Doorzicht	SD	m	> 2,0	≥ 0,9	0,6 – 0,9	0,45 – 0,6	< 0,45

EKR-maatlat voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen van type M14. (Bron: STOWA 2007-32)

KRW-typen	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0
M14, M23	23	35	46	71	95	140	184
M20	10	15	20	30	40	60	80
M21	23	35	46	71	95	140	184
M27	25	38	50	75	100	150	200
M30 en M31	60	90	120	180	240	360	480

Chlorofylnormen (ug/l) in zoute meren en brakke wateren. (Bron: STOWA 2010-17)

Bijlage 3a: overzicht uitgezette waterplanten in Etten-Leur

In mei 2009 zijn de ondergedoken waterplanten uitgezet op 25-30% van het totale oppervlak begroeibaar areaal van de vijver. Hierna volgt een overzicht van de oever- en waterplanten welke zijn uitgezet in de vijver te Etten-Leur.

Ondergedoken waterplanten	Aantal per/m ²	Totaal aantal	Aantal m ²
Grof hoornblad (<i>Ceratophyllum demersum</i>)	5	3030	606
Brede waterpest (<i>Elodea canadensis</i>)	5	3030	606
Gewoon sterrenkroos (<i>Callitriche platycarpa</i>)	5	3030	606
Totaal		9696	1818

Drijvende waterplanten	Aantal per/m ²	Totaal aantal	Aantal m ²
Gele plomp (<i>Nuphar lutea</i>)	0,5	303	150
Witte waterlelie (<i>Nymphaea alba</i>)	0,5	303	150
Totaal		606	300

Overbeplanting	Aantal per/m ²	Totaal aantal	Aantal m ²
Pijlkruis (<i>Sagittaria sagittifolia</i>)	8	898	112
Egelskop (<i>Sparganium erectum</i>)	8	898	112
Grote lisdodde (<i>Typha latifolia</i>)	8	898	112
Gele lis (<i>Iris pseudacorus</i>)	8	898	112
Kattestaart (<i>Lythrum salicaria</i>)	8	898	112
Zwanenbloem (<i>Butomus umbellatus</i>)	8	898	112
Riet (<i>Phragmites australis</i>)	8	898	112
Totaal		6286	784

Overzicht uitgezette oever- en waterplanten in de vijver in Etten-Leur.

Abundantieklasse	Tansley-schaal	Braun-Blanquet-schaal
1	r zeldzaam	r bedekking <5%, < 5 exx totaal
2	o af en toe	+ bedekking <5%, <3 exx per m ²
3	lf lokaal frequent	l bedekking <5%, 3-10 exx per m ²
4	f frequent	2m bedekking <5%, > exx per m ²
5	la lokaal abundant	2a bedekking 5-12%
6	a abundant	2b bedekking 13-25%
7	ld lokaal dominant	3 bedekking 26-50%
8	cd codominant	4 bedekking 26-50%
9	d dominant	5 bedekking 76-100%

Tansley-schaal en Braun-blanket-schaal (STOWA 2006)

Bijlage 3b: overzicht van de oeverplanten op 2 juni 2010.

Vak 1	Soort		Bedekking
1	Riet	<i>Phragmites australis</i>	r
2	Zwarte els*	<i>Alnus glutinosa</i>	r
3	Gele lis	<i>Iris pseudacorus</i>	r/lf
	Totaal		<5%

Vak 2	Soort		Bedekking
1	Riet	<i>Phragmites australis</i>	r/lf
2	Liesgras	<i>Glyceria maxima</i>	r/lf
3	Pitrus	<i>Juncus effusus</i>	r
4	Zwarte els*	<i>Alnus glutinosa</i>	r
	Totaal		<5%

Vak 3	Soort		Bedekking
1	Gele lis	<i>Iris pseudacorus</i>	o/lf
2	Gele waterkers	<i>Rorippa amphibia</i>	o
3	Grote lisdodde	<i>Typha latifolia</i>	o/lf
4	Zwarte els*	<i>Alnus glutinosa</i>	o
5	Liesgras	<i>Glyceria maxima</i>	r/lf
6	Riet	<i>Phragmites australis</i>	o/lf
7	Grote egelskop	<i>Sparganium erectum</i>	o/lf
8	Haagwinde	<i>Convolvulus sepium</i>	r
9	Zeebies/Heen	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	o/lf
10	Wilg spec.*		o
	Totaal		<5%

*Zwarte els en wilg wortelt op de oever achter de beschoeiing van de vijver en zal van minder invloed zijn.

MAATLAT VOOR ABUNDANTIE VAN GROEIVORMEN (BEDEKKINGSPERCENTAGE VAN HET BEGROEIBARE AREAAL)

Groeivorm	Slecht	Ontoereikend	Matig	Goed	Zeer goed	Referentiewaarde
Submerse vegetatie	<1%	1-5%	5-25%	25-50%	50-100%	65%
Oevervegetatie	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%	90%

Maatlat submerse en oevervegetatie M14, (Bron: STOWA 2010-17)

Bijlage 4: werkwijze uitzetten en oogsten waterplanten

Uitzetten waterplanten

Op 29 maart 2010 is *Myriophyllum spicatum* uitgezet in Dongen en op 31 maart 2010 in de vijver te Eindhoven. Op 27 april 2010 is *Elodea nuttallii* uitgezet in Eindhoven en op 28 april 2010 in Dongen. In de twee vijvers is voor beide soorten dezelfde werkwijze gehanteerd bij het uitzetten en oogsten van de waterplanten. De twee soorten konden niet gelijktijdig uitgezet worden omdat waterpest nog niet voldoende was ontwikkeld in maart.

Myriophyllum spicatum is verzameld in een stadswater te Breda ($x = 109582$ $y = 403665$ afbeelding 19) en *Elodea nuttallii* is verzameld in een waterloop in Tilburg ($x = 129333$ $y = 394985$ afbeelding 20). De planten zijn vroeg in de morgen verzameld en dezelfde dag uitgezet. Op de verzamellocaties zijn de planten in plasticzakken gestopt en vervoerd naar de vijvers (afbeelding 21).



Afbeelding 19: verzamellocatie *Myriophyllum spicatum*, 20: verzamellocatie *Elodea nuttallii* en 21: kruiwagen vol *Elodea nuttallii*

Op de uitzetlocaties zijn de planten in speciekuipen meerdere malen met vijverwater schoongespoeld om slib te verwijderen (afbeelding 22). Na het schoonspoelen zijn de waterplanten gecentrifugeerd in een slacentrifuge. Na 10 keer draaien bleken de planten nog erg nat te zijn, ook zat er te veel water in de bak van de centrifuge om de planten voldoende verder droog te draaien. Het was noodzakelijk om na 10 keer draaien het water uit de bak van de slacentrifuge te gooien en nog eens 10 keer te draaien (afbeelding 23). Na 2 maal 10 keer draaien waren de planten 'droog' genoeg om het natgewicht te bepalen (afbeelding 24).



Afbeelding 22: schoonspoelen van planten, 23: centrifugeren en 24: natgewicht wegen.

De waterplanten zijn afgewogen met een keukenweegschaal. Het was lastig om exact hetzelfde gewicht per netje af te wegen van *Myriophyllum spicatum*. De gewichten van de netten varieerden van 90 t/m 120 gram. *Elodea nuttallii* was

eenvoudiger af te wegen. Van deze soort is precies 100 gram afgewogen en in ieder net gedaan. Er is gebruik gemaakt van uiennetten, de planten kunnen door de gaten in het dunne materiaal groeien, maar toch zijn de netten voldoende sterk (afbeelding 25).

Voorafgaande aan het vullen van de netten is in ieder net een steen geplaatst. Het gewicht van de steen moet voorkomen dat de netten gaan drijven na het uitzetten (afbeelding 26). Er zijn 20 netten per compartiment uitgezet, 10 netten van iedere soort. De netten zijn gelabeld met 1 t/m 10 tie-rips. *Myriophyllum spicatum* is gelabeld met zwarte tie-rips en *Elodea nuttallii* met witte tie-rips (afbeelding 27). De exacte gewichten zijn gekoppeld aan de nummers 1 t/m 10. De netten zijn stevig dichtgeknoopt met het blauwe koortje dat in de netten verwerkt zit.



Afbeelding 25: vullen van de netten, 26: netten zoals ze uitgezet zijn en 27: het tie-ripsysteem.

Na het vullen en dichtknopen van de netten zijn ze uitgezet in de verschillende compartimenten. In alle compartimenten zijn de waterplanten op ongeveer dezelfde locaties geplaatst, enkele meters uit elk van de hoeken twee netten en twee netten in het midden van het compartiment. Om de exacte locatie terug te kunnen vinden is voor ieder compartiment een tekening van de uitzetlocaties gemaakt. De netten zijn met behulp van een hark (afbeelding 28) voorzichtig in het water gebracht op ongeveer 1 meter van de kant. De netten in het midden van het compartiment zijn uitgezet met behulp van een bootje (afbeelding 30). De uitzetlocatie in het midden is aangeduid met een bamboestok.



Afbeelding 28: uitzetten van de netten aan de rand van het compartiment, 29: de netten zijn op kleine afstand van elkaar geplaatst en 30: uitzetten van de netten in het midden van het compartiment.

De overgebleven waterplanten zijn verdeeld over de compartimenten in kleinere delen los uitgezet (afbeelding 31, 32 en 33). De losse waterplanten zijn na uitlekken gewogen, maar niet gecentrifugeerd. De los uitgezette planten worden verder niet meer betrokken in deze rapportage. Er is gekozen om de losse waterplanten uit te zetten omdat er dan na het ophalen van de netten nog waterplanten in de compartimenten overblijven voor het onderzoek dat nog een jaar door zal lopen.



Afbeelding 31: losse planten *Myriophyllum spicatum* 32: uitzetten van losse waterplanten en 33: losse planten *Elodea nuttallii*

Van iedere soort is een sample apart gehouden, van dit sample is het drooggewicht bepaald door het sample gedurende een week te drogen in een droogstoof op 50 graden Celsius. Dit drooggewicht is later gebruikt om de ontwikkeling van de waterplanten op basis van het drooggewicht te bepalen. Er is gekozen om de ontwikkeling te bepalen op basis van natgewicht en drooggewicht. Het drooggewicht zal een nauwkeuriger beeld geven van de ontwikkelingen omdat het lastig is een nauwkeurig natgewicht te bepalen.

Oogsten waterplanten

De uitgezette waterplanten zijn in twee partijen geoogst. De eerste partij in Dongen is geoogst op 25 mei 2010 en de eerste partij in Eindhoven 2 dagen later op 27 mei 2010. De tweede partij is op 30 juni 2010 (Dongen) en 2 juli 2010 (Eindhoven) geoogst. Er is gekozen voor deze methode omdat de waterplanten door de lage temperaturen in het begin van dit jaar niet echt de kans hadden om zich te ontwikkelen. Beide partijen zijn op dezelfde wijze geoogst en verwerkt. De toegepaste werkwijze wordt hierna beschreven.

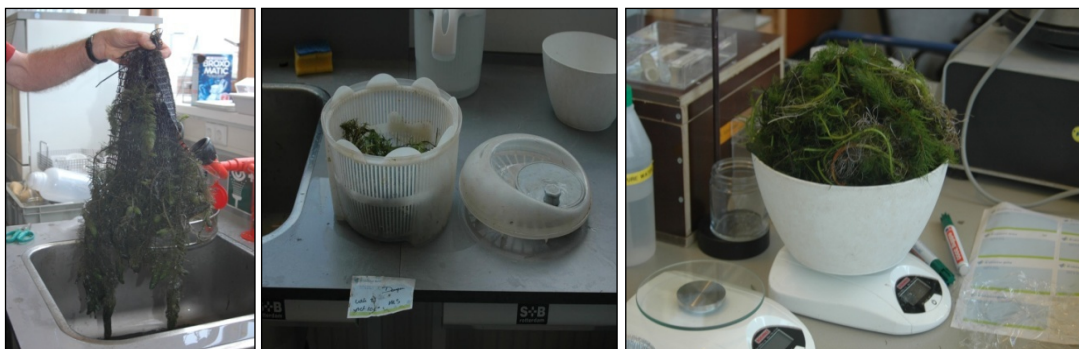
Alle netten zijn geoogst met een hark. Niet alle netten waren even goed terug te vinden in het soms wat troebele water. Daarnaast had zich een laagje slib op de netten afgezet waardoor de netten minder goed zichtbaar waren. Nadat de netten boven water zijn gehaald, werden ze direct in een vuilniszak gedaan om ervoor te zorgen dat er geen spruiten afbraken of dat de planten zouden uitdrogen. De vuilniszakken zijn voorzien van een label om de netten uit de verschillende compartimenten niet te verwisselen (afbeelding 34, 35 en 36).



Afbeelding 34: netten direct na het ophalen, 35: zakken met label en 36: twee netten met lange groeischeuten van *Myriophyllum spicatum*.

De geoogste waterplanten zijn verwerkt in het laboratorium van de leerstoelgroep Aquatische Ecologie en Waterkwaliteitsbeheer (AEW) van de Wageningen Universiteit. Hier zijn alle waterplanten uit de netten gehaald en grondig schoongespoeld met leidingwater zodat er geen bagger, macrofauna, visseneieren

en bladeren meer op de planten aanwezig waren (afbeelding 37). De planten zijn op dezelfde wijze gecentrifugeerd als bij het bepalen van het natgewicht bij het uitzetten (afbeelding 38). Daarna is het natgewicht van de planten in alle afzonderlijke netten bepaald en genoteerd (afbeelding 39).



Afbeelding 37: spoelen van planten, 38: centrifugeren en 39: wegen van natgewicht.

Van de planten uit ieder net zijn een aantal plantdelen (spruiten en wortels tezamen) (ongeveer 10-20 gram) apart gezet. Van deze monsters is het drooggewicht van de planten bepaald. De monsters zijn in een droogstoof geplaatst en gedurende een week op 50 graden Celsius gedroogd (afbeelding 40). Na een week waren de spruiten compleet droog. Nadat de monsters uit de stoof kwamen zijn ze ongeveer 5 minuten in een exicator geplaatst om de plantdelen te laten afkoelen zonder daarbij vocht en dus gewicht uit de omgeving op te nemen (afbeelding 41). Nadat ze hieruit kwamen zijn de drooggewichten bepaald (afbeelding 42). De totale ontwikkeling is berekend door het drooggewicht van het monster en het drooggewicht van het oorspronkelijke materiaal om te rekenen naar het uitgezette en opgehaalde gewicht. Voor *Myriophyllum spicatum* is voor het bepalen van de ontwikkeling terug gerekend naar een uitzetgewicht van 100 gram omdat deze uitzetgewichten per net verschillen. Van *Elodea nuttallii* is 100 gram uitgezet.



Afbeelding 40: stoof met monsters, 41:exicator met monster en 42: wegen van de droge spruiten.

De droge plantdelen zijn na afloop zorgvuldig in zakjes gedaan en gelabeld. Van deze monsters zal later bijvoorbeeld het lanthaangehalte bepaald kunnen worden in het kader van het KRW-innovatieproject. Dit onderzoek valt echter buiten afbakening van deze opdracht.

Bijlage 5: persbericht

Waterschap Brabantse Delta, Blauwalgenoverlast in de vijver aan de Hoge Neerstraat te Etten-Leur.

Blauwalgen in de vijver Hoge Neerstraat in Etten-Leur

In het water van vijver aan de Hoge Neerstraat in Etten-Leur zijn blauwalgen aangetroffen. Blauwalgen scheiden giftige stoffen af. Mensen en dieren kunnen jeuk krijgen bij contact met het water of buikkrampen wanneer zij het water binnenkrijgen.

Contact met water vermijden

Waterschap Brabantse Delta raadt contact met het water sterk af. Met name hondenbezitters wordt afgeraden hun honden uit de vijver te laten drinken of erin te laten zwemmen. De gemeente Etten-Leur plaatst borden bij de vijver om omwonenden en voorbijgangers te waarschuwen.

Stilstaand water

Wanneer de temperatuur daalt, verdwijnen de blauwalgen na een tijd en wordt het water weer helder. Blauwalgen ontstaan doordat de temperatuur van het water stijgt en er veel voedingsstoffen in het water zitten. Dit wordt nog versterkt doordat de vijver niet in verbinding staat met sloten die vers water aanvoeren. Dit zorgt ervoor dat er geen doorspoeling plaatsvindt en er dus sprake is van nagenoeg stilstaand water. Hierdoor komt er weinig zuurstof in het water en hebben blauwalgen de kans zich te ontwikkelen.

Het waterschap controleert het water regelmatig op de aanwezigheid van blauwalgen. Zodra de blauwalgen verdwenen zijn, haalt de gemeente de borden weer weg.

Bron: Intranet WS Brabantse Delta, 20 juli 2010

Bijlage 6a: uitwerking variantie-analyse, natgewicht, Dongen 1

Ontwikkeling waterplanten op basis van natgewicht in Dongen

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13628,417	4	3407,104	2,289	,095
Within Groups	29765,987	20	1488,299		
Total	43394,405	24			

Periode 1: Dongen, *Myriophyllum spicatum*, natgewicht: geen significant verschil

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8556,560	4	2139,140	13,257	,000
Within Groups	3227,200	20	161,360		
Total	11783,760	24			

Periode 1: Dongen, *Elodea nuttallii*, natgewicht: significant verschil

Multiple Comparisons

gewicht
Bonferroni

(I) vak	(J) vak	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-42,60000 [*]	8,03393	,000	-67,9342	-17,2658
	3	-19,60000	8,03393	,241	-44,9342	5,7342
	4	11,80000	8,03393	1,000	-13,5342	37,1342
	6	-15,80000	8,03393	,633	-41,1342	9,5342
2	1	42,60000 [*]	8,03393	,000	17,2658	67,9342
	3	23,00000	8,03393	,096	-2,3342	48,3342
	4	54,40000 [*]	8,03393	,000	29,0658	79,7342
	6	26,80000 [*]	8,03393	,033	1,4658	52,1342
3	1	19,60000	8,03393	,241	-5,7342	44,9342
	2	-23,00000	8,03393	,096	-48,3342	2,3342
	4	31,40000 [*]	8,03393	,009	6,0658	56,7342
	6	3,80000	8,03393	1,000	-21,5342	29,1342
4	1	-11,80000	8,03393	1,000	-37,1342	13,5342
	2	-54,40000 [*]	8,03393	,000	-79,7342	-29,0658
	3	-31,40000 [*]	8,03393	,009	-56,7342	-6,0658
	6	-27,60000 [*]	8,03393	,026	-52,9342	-2,2658
6	1	15,80000	8,03393	,633	-9,5342	41,1342
	2	-26,80000 [*]	8,03393	,033	-52,1342	-1,4658
	3	-3,80000	8,03393	1,000	-29,1342	21,5342
	4	27,60000 [*]	8,03393	,026	2,2658	52,9342

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

De compartimenten 1 en 2 variëren significant.

De compartimenten 4 en 2,3 en 6 variëren significant

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	39844,768	4	9961.192	6,991	,001
Within Groups	28497,691	20	1424.885		
Total	68342,459	24			

Periode 1: Dongen, ontwikkeling biomassa totaal van beide soorten op basis van natgewicht: significant verschil.

Multiple Comparisons

gewicht
Bonferroni

(I) vak	(J) vak	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-58.61200	23.87371	,234	-133.8954	16.6714
	3	-19.06800	23.87371	1,000	-94.3514	56.2154
	4	63.21200	23.87371	,154	-12.0714	138.4954
	5	-20.44600	23.87371	1,000	-95.7294	54.8374
2	1	58.61200	23.87371	,234	-16.6714	133.8954
	3	39.54400	23.87371	1,000	-35.7394	114.8274
	4	121.82400*	23.87371	,001	46.5406	197.1074
	5	38.16600	23.87371	1,000	-37.1174	113.4494
3	1	19.06800	23.87371	1,000	-56.2154	94.3514
	2	-39.54400	23.87371	1,000	-114.8274	35.7394
	4	82.28000*	23.87371	,026	6.9966	157.5634
	5	-1.37800	23.87371	1,000	-76.6614	73.9054
4	1	-63.21200	23.87371	,154	-138.4954	12.0714
	2	-121.82400*	23.87371	,001	-197.1074	-46.5406
	3	-82.28000*	23.87371	,026	-157.5634	-6.9966
	5	-83.65800*	23.87371	,022	-158.9414	-8.3746
5	1	20.44600	23.87371	1,000	-54.8374	95.7294
	2	-38.16600	23.87371	1,000	-113.4494	37.1174
	3	1.37800	23.87371	1,000	-73.9054	76.6614
	4	83.65800*	23.87371	,022	8.3746	158.9414

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Compartiment 4 wijkt af van alle compartimenten behalve van 1.

Bijlage 6b: uitwerking variantie-analyse, natgewicht Eindhoven 1

Ontwikkeling waterplanten op basis van natgewicht in Eindhoven

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12151,700	4	3037,925	12,608	,000
Within Groups	4578,151	19	240,955		
Total	16729,852	23			

Periode 1: Eindhoven, *Myriophyllum spicatum*, natgewicht: significant verschil.

Multiple Comparisons

gewicht
Bonferroni

(I) vak	(J) vak	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-19,30869	10,41339	,793	-52,3579	13,7405
	3	-14,39009	10,41339	1,000	-47,4393	18,6591
	4	43,29542*	10,41339	,005	10,2462	76,3446
	5	1,88783	10,41339	1,000	-31,1614	34,9371
2	1	19,30869	10,41339	,793	-13,7405	52,3579
	3	4,91860	9,81783	1,000	-26,2405	36,0777
	4	62,60410*	9,81783	,000	31,4450	93,7632
	5	21,19652	9,81783	,438	-9,9626	52,3556
3	1	14,39009	10,41339	1,000	-18,6591	47,4393
	2	-4,91860	9,81783	1,000	-36,0777	26,2405
	4	57,68550*	9,81783	,000	26,5264	88,8446
	5	16,27792	9,81783	1,000	-14,8812	47,4370
4	1	-43,29542*	10,41339	,005	-76,3446	-10,2462
	2	-62,60410*	9,81783	,000	-93,7632	-31,4450
	3	-57,68550*	9,81783	,000	-88,8446	-26,5264
	5	-41,40758*	9,81783	,005	-72,5667	-10,2485
5	1	-1,88783	10,41339	1,000	-34,9371	31,1614
	2	-21,19652	9,81783	,438	-52,3556	9,9626
	3	-16,27792	9,81783	1,000	-47,4370	14,8812
	4	41,40758*	9,81783	,005	10,2485	72,5667

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Compartiment 4 varieert significant van alle andere compartimenten.

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3339,883	4	834,971	6,266	,002
Within Groups	2531,950	19	133,261		
Total	5871,833	23			

Periode 1: Elodea nuttallii, natgewicht, significant verschil.

Multiple Comparisons

gewicht
Bonferroni

(I) vak	(J) vak	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-3.25000	7.74385	1,000	-27.8269	21.3269
	3	-3.65000	7.74385	1,000	-28.2269	20.9269
	4	26.55000*	7.74385	,028	1.9731	51.1269
	5	12.35000	7.74385	1,000	-12.2269	36.9269
2	1	3.25000	7.74385	1,000	-21.3269	27.8269
	3	-.40000	7.30097	1,000	-23.5713	22.7713
	4	29.80000*	7.30097	,006	6.6287	52.9713
	5	15.60000	7.30097	,458	-7.5713	38.7713
3	1	3.65000	7.74385	1,000	-20.9269	28.2269
	2	.40000	7.30097	1,000	-22.7713	23.5713
	4	30.20000*	7.30097	,006	7.0287	53.3713
	5	16.00000	7.30097	,411	-7.1713	39.1713
4	1	-26.55000*	7.74385	,028	-51.1269	-1.9731
	2	-29.80000*	7.30097	,006	-52.9713	-6.6287
	3	-30.20000*	7.30097	,006	-53.3713	-7.0287
	5	-14.20000	7.30097	,667	-37.3713	8.9713
5	1	-12.35000	7.74385	1,000	-36.9269	12.2269
	2	-15.60000	7.30097	,458	-38.7713	7.5713
	3	-16.00000	7.30097	,411	-39.1713	7.1713
	4	14.20000	7.30097	,667	-8.9713	37.3713

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Compartiment 4 varieert significant van alle compartimenten behalve van compartiment 5.

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	48610,653	4	12152,663	12,607	,000
Within Groups	18315,735	19	963,986		
Total	66926,388	23			

Periode 1: Eindhoven, beide soorten samen, natgewicht: significant verschil

Multiple Comparisons

gewicht
Bonferroni

(I) vak	(J) vak	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-38.62000	20.82772	,793	-104.7214	27.4814
	3	-28.78200	20.82772	1,000	-94.8834	37.3194
	4	86.59000*	20.82772	,005	20.4886	152.6914
	5	3.77600	20.82772	1,000	-62.3254	69.8774
2	1	38.62000	20.82772	,793	-27.4814	104.7214
	3	9.83800	19.63656	1,000	-52.4830	72.1590
	4	125.21000*	19.63656	,000	62.8890	187.5310
	5	42.39600	19.63656	,438	-19.9250	104.7170
3	1	28.78200	20.82772	1,000	-37.3194	94.8834
	2	-9.83800	19.63656	1,000	-72.1590	52.4830
	4	115.37200*	19.63656	,000	53.0510	177.6930
	5	32.55800	19.63656	1,000	-29.7630	94.8790
4	1	-86.59000*	20.82772	,005	-152.6914	-20.4886
	2	-125.21000*	19.63656	,000	-187.5310	-62.8890
	3	-115.37200*	19.63656	,000	-177.6930	-53.0510
	5	-82.81400*	19.63656	,005	-145.1350	-20.4930
5	1	-3.77600	20.82772	1,000	-69.8774	62.3254
	2	-42.39600	19.63656	,438	-104.7170	19.9250
	3	-32.55800	19.63656	1,000	-94.8790	29.7630
	4	82.81400*	19.63656	,005	20.4930	145.1350

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Compartiment 4 varieert significant van de andere compartimenten.

Bijlage 6c: uitwerking variantie-analyse, drooggewicht Dongen 1

Ontwikkeling waterplanten op basis van drooggewicht in Dongen

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	78,447	4	19,612	1,873	,155
Within Groups	209,428	20	10,471		
Total	287,875	24			

Periode 1: Dongen *Myriophyllum spicatum*, drooggewicht: geen significant verschil

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14,100	4	3,525	1,242	,325
Within Groups	56,781	20	2,839		
Total	70,881	24			

Periode 1: Dongen *Elodea nuttallii*, drooggewicht: geen significant verschil

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	131,181	4	32,795	1,950	,141
Within Groups	336,326	20	16,816		
Total	467,507	24			

Periode 1: Dongen beide soorten opgeteld, drooggewicht: geen significant verschil.

Bijlage 6d: uitwerking variantie-analyse, drooggewicht Eindhoven 1

Ontwikkeling waterplanten op basis van drooggewicht in Eindhoven

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	23,127	4	5.782	1,775	,175
Within Groups	61,874	19	3.257		
Total	85,001	23			

Periode 1: Eindhoven *Myriophyllum spicatum*, drooggewicht: geen significant verschil.

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4,946	4	1.237	2,653	,067
Within Groups	8,390	18	,466		
Total	13,336	22			

Periode 1: Eindhoven *Elodea nuttallii*, drooggewicht: geen significant verschil.

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	28,458	4	7.114	1,992	,139
Within Groups	64,273	18	3.571		
Total	92,731	22			

Periode 1: Eindhoven beide soorten opgeteld, drooggewicht: geen significant verschil.

Bijlage 7a: uitwerking variantie-analyse, natgewicht Dongen 2

Ontwikkeling waterplanten op basis van natgewicht in Dongen

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	335722,208	4	83930.552	2,913	,047
Within Groups	576202,977	20	28810.149		
Total	911925,184	24			

Periode 2: Dongen, *Myriophyllum spicatum*, natgewicht: significant verschil

Multiple Comparisons

gewicht
Bonferroni

(I) vak	(J) vak	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-340.92200*	107.35017	,048	-679.4401	-2.4039
	3	-132.38400	107.35017	1.000	-470.9021	206.1341
	4	-223.05600	107.35017	,508	-561.5741	115.4621
	6	-252.09000	107.35017	,293	-590.6081	86.4281
2	1	340.92200*	107.35017	,048	2.4039	679.4401
	3	208.53800	107.35017	,663	-129.9801	547.0561
	4	117.86600	107.35017	1.000	-220.6521	456.3841
	6	88.83200	107.35017	1.000	-249.6861	427.3501
3	1	132.38400	107.35017	1.000	-206.1341	470.9021
	2	-208.53800	107.35017	,663	-547.0561	129.9801
	4	-90.67200	107.35017	1.000	-429.1901	247.8461
	6	-119.70600	107.35017	1.000	-458.2241	218.8121
4	1	223.05600	107.35017	,508	-115.4621	561.5741
	2	-117.86600	107.35017	1.000	-456.3841	220.6521
	3	90.67200	107.35017	1.000	-247.8461	429.1901
	6	-29.03400	107.35017	1.000	-367.5521	309.4841
6	1	252.09000	107.35017	,293	-86.4281	590.6081
	2	-88.83200	107.35017	1.000	-427.3501	249.6861
	3	119.70600	107.35017	1.000	-218.8121	458.2241
	4	29.03400	107.35017	1.000	-309.4841	367.5521

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Compartiment 1 en 2 variëren significant van elkaar.

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	56324,283	4	14081.071	2,336	,092
Within Groups	114543,550	19	6028.608		
Total	170867,833	23			

Periode 2: Dongen *Elodea nuttallii*, natgewicht: geen significant verschil.

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1347015,978	4	336753.994	2,781	,057
Within Groups	2300593,096	19	121083.847		
Total	3647609,073	23			

Periode 2: Dongen beide soorten opgeteld, natgewicht: geen significant verschil.

Bijlage 7b: uitwerking variantie-analyse, natgewicht Eindhoven 2

Ontwikkeling waterplanten op basis van natgewicht in Eindhoven

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10586,296	4	2646.574	5,747	,003
Within Groups	9210,084	20	460.504		
Total	19796,380	24			

Periode 2: Eindhoven *Myriophyllum spicatum*, natgewicht: significant verschil.

Multiple Comparisons

gewicht
Bonferroni

(I) vak	(J) vak	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-54.22000*	13.57209	,007	-97.0182	-11.4218
	3	-29.44400	13.57209	,423	-72.2422	13.3542
	4	,78600	13.57209	1,000	-42.0122	43.5842
	5	-14.90200	13.57209	1,000	-57.7002	27.8962
2	1	54.22000*	13.57209	,007	11.4218	97.0182
	3	24.77600	13.57209	,829	-18.0222	67.5742
	4	55.00600*	13.57209	,006	12.2078	97.8042
	5	39.31800	13.57209	,089	-3.4802	82.1162
3	1	29.44400	13.57209	,423	-13.3542	72.2422
	2	-24.77600	13.57209	,829	-67.5742	18.0222
	4	30.23000	13.57209	,376	-12.5682	73.0282
	5	14.54200	13.57209	1,000	-28.2562	57.3402
4	1	-,78600	13.57209	1,000	-43.5842	42.0122
	2	-55.00600*	13.57209	,006	-97.8042	-12.2078
	3	-30.23000	13.57209	,376	-73.0282	12.5682
	5	-15.68800	13.57209	1,000	-58.4862	27.1102
5	1	14.90200	13.57209	1,000	-27.8962	57.7002
	2	-39.31800	13.57209	,089	-82.1162	3.4802
	3	-14.54200	13.57209	1,000	-57.3402	28.2562
	4	15.68800	13.57209	1,000	-27.1102	58.4862

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Compartiment 1 en 2 en 4 en 2 variëren significant van elkaar.

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	278139,760	4	69534.940	2,109	,118
Within Groups	659436,800	20	32971.840		
Total	937576,560	24			

Periode 2: Eindhoven *Elodea nuttallii*, natgewicht: geen significant verschil.

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	301290,748	4	75322.687	2,310	,093
Within Groups	652097,412	20	32604.871		
Total	953388,160	24			

Periode 2: Eindhoven beide soorten opgeteld, natgewicht: geen significant verschil.

Bijlage 7c: uitwerking variantie-analyse, drooggewicht Dongen 2

Ontwikkeling waterplanten op basis van drooggewicht in Dongen

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1255,951	4	313.988	2,087	,121
Within Groups	3008,670	20	150.433		
Total	4264,621	24			

Periode 2: Dongen *Myriophyllum spicatum*, drooggewicht: geen significant verschil

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	307,627	4	76.907	,941	,462
Within Groups	1552,562	19	81.714		
Total	1860,189	23			

Periode 2: Dongen *Elodea nuttallii*, drooggewicht: geen significant verschil

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1110,652	4	277.663	1,127	,374
Within Groups	4682,679	19	246.457		
Total	5793,330	23			

Periode 2: Dongen beide soorten opgeteld, drooggewicht: geen significant verschil.

Bijlage 7d: uitwerking variantie-analyse, drooggewicht Eindhoven 2

Ontwikkeling waterplanten op basis van drooggewicht in Eindhoven

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	28,918	4	7.230	2,372	,087
Within Groups	60,959	20	3.048		
Total	89,877	24			

Periode 2: Eindhoven *Myriophyllum spicatum*, drooggewicht: geen significant verschil

ANOVA

gewicht

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	870,891	4	217.723	1,713	,189
Within Groups	2414,785	19	127.094		
Total	3285,675	23			

Periode 2: Eindhoven *Elodea nuttallii*, drooggewicht: geen significant verschil

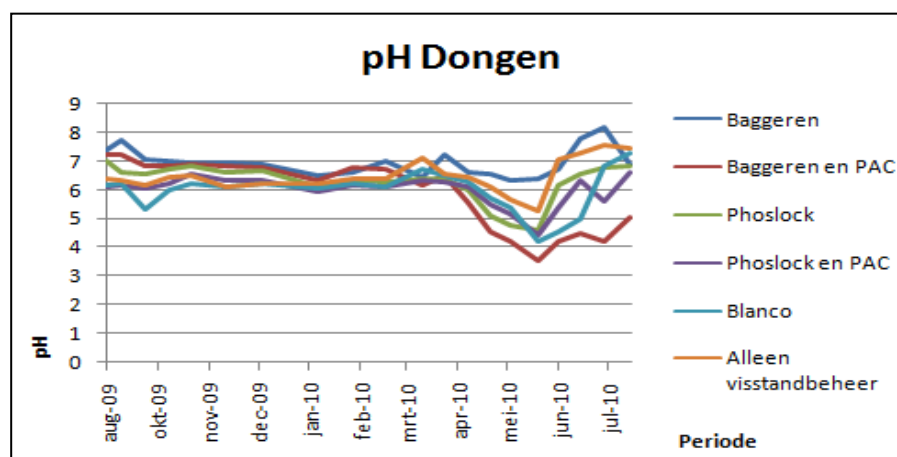
ANOVA

gewicht

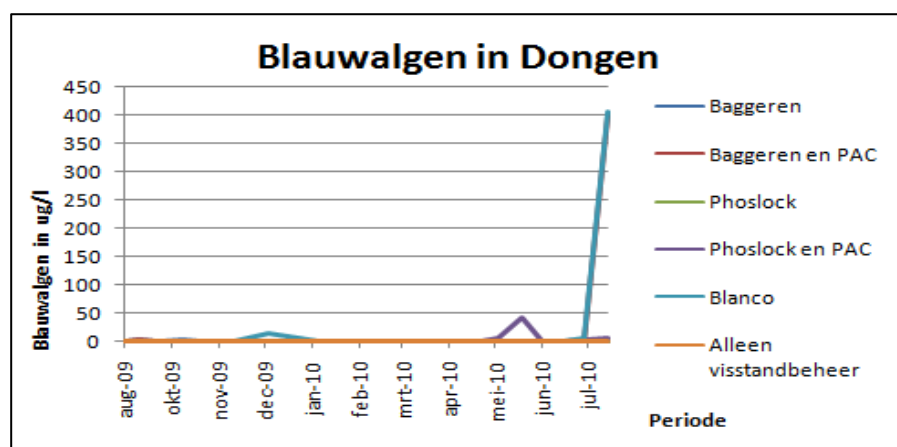
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	855,323	4	213.831	1,933	,146
Within Groups	2102,145	19	110.639		
Total	2957,468	23			

Periode 2: Eindhoven beide soorten opgeteld, drooggewicht: geen significant verschil

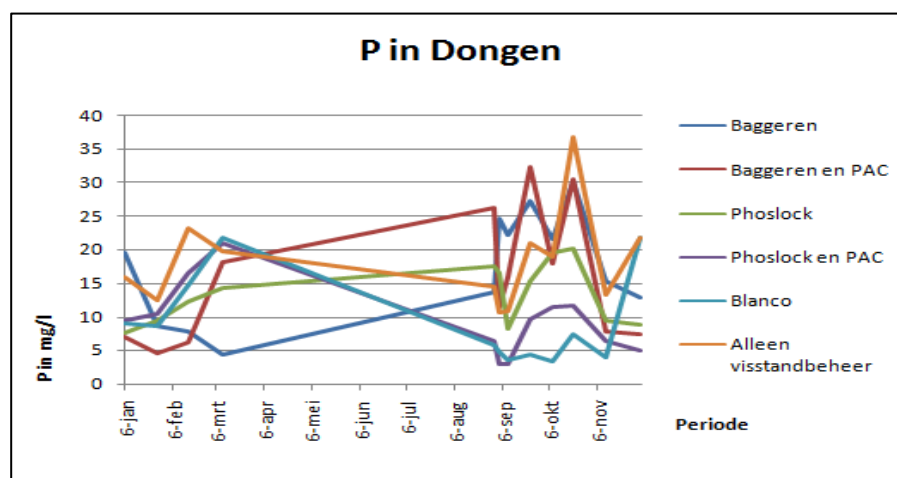
Bijlage 8: verloop van de parameters in Dongen.



Verloop van de parameter pH in Dongen in de periode van augustus 2009 t/m juli 2010.

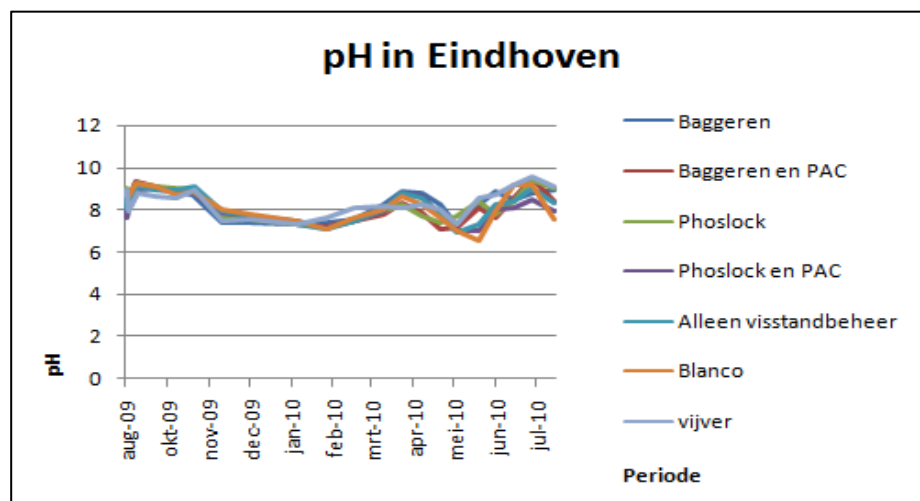


Verloop van de parameter blauwalgen in Dongen in de periode van augustus 2009 t/m juli 2010.

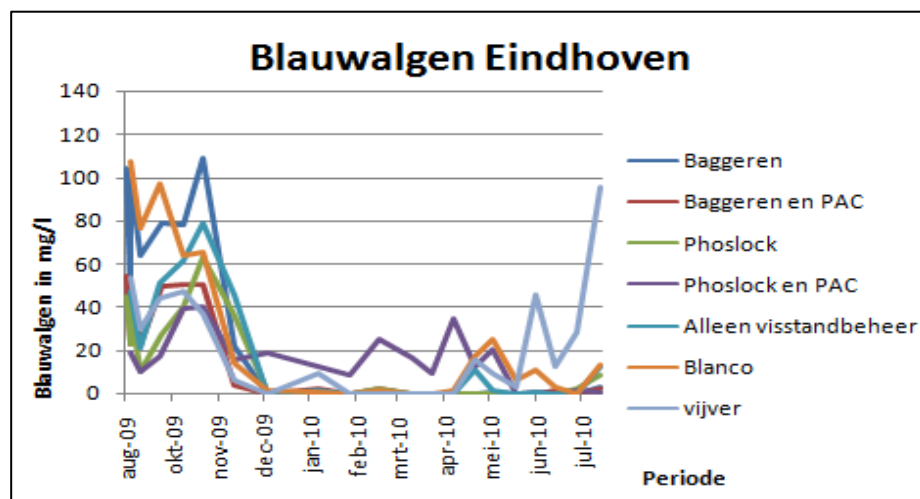


Verloop van de parameter P in Dongen in de periode van augustus 2009 t/m juli 2010. (De gegevens van de parameter totaal-P zijn nog niet beschikbaar).

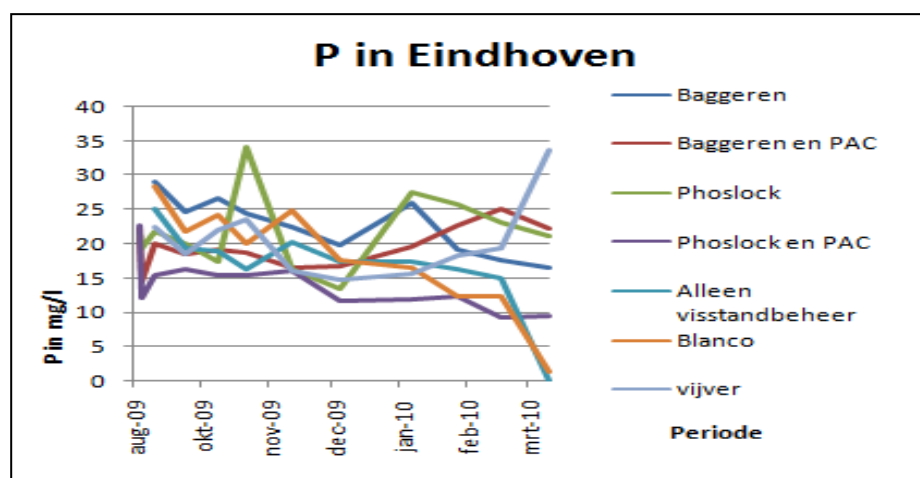
Bijlage 9: verloop van de parameters in Eindhoven.



Verloop van de parameter pH in Eindhoven in de periode van augustus 2009 t/m juli 2010.

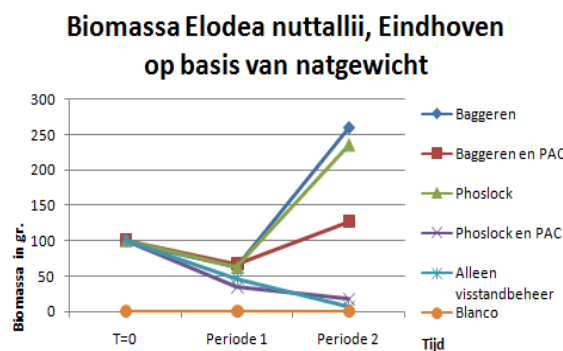
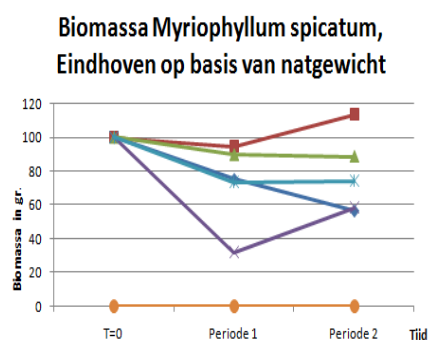
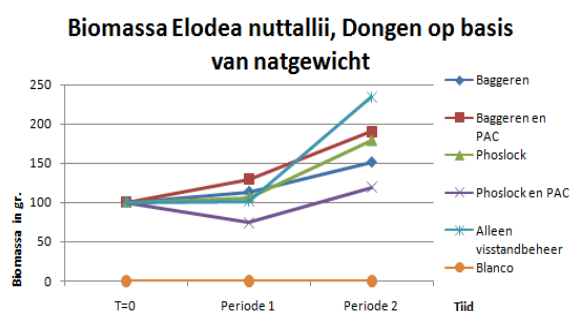
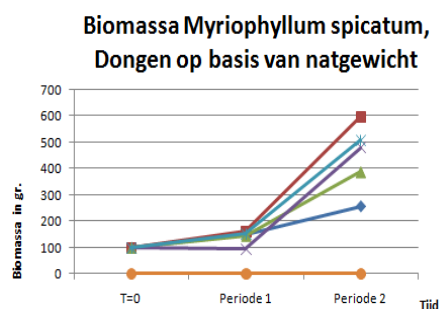


Verloop van de parameter blauwalgen in de periode van augustus 2009 t/m juli 2010.



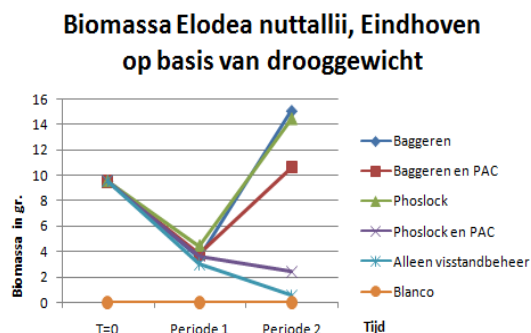
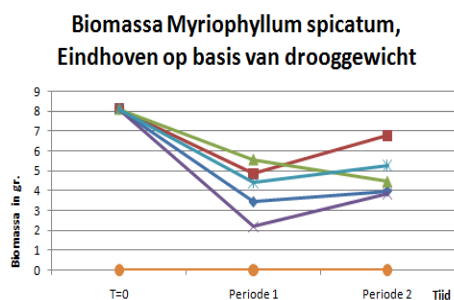
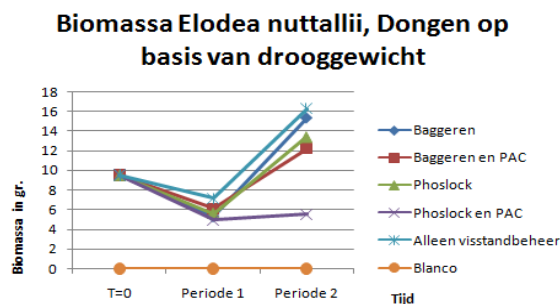
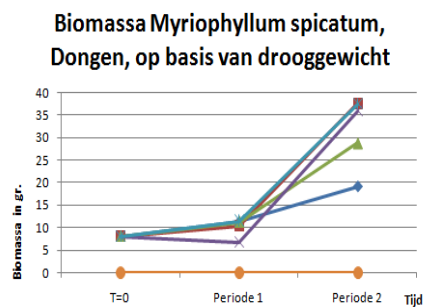
Verloop van de parameter filterbaar P in Eindhoven. Gegevens van de parameter totaal P zijn nog niet beschikbaar.

Bijlage 10a: biomassa per soort in Dongen en Eindhoven, natgewicht



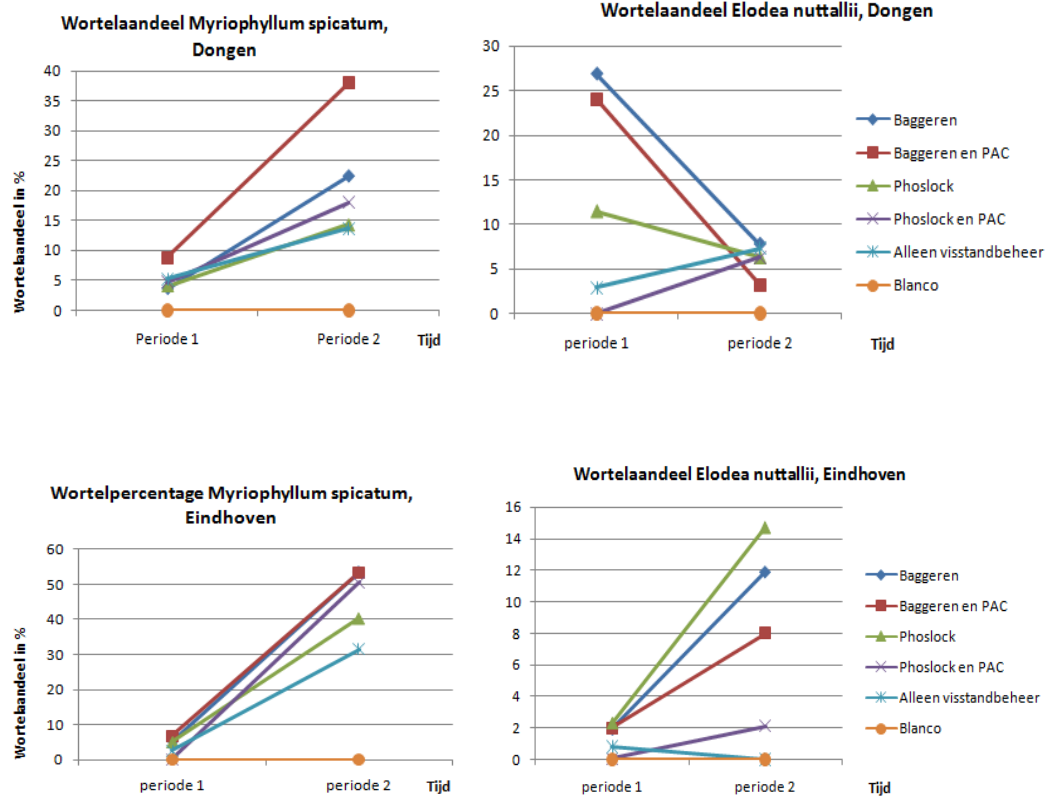
Biomassa op basis van natgewicht per soort en locatie in het verloop van de tijd. T=0 is het tijdstip van uitzetten. Periode 1 en 2 zijn de oogstdagen.

Bijlage 10b: biomassa per soort in Dongen en Eindhoven, drooggewicht



Biomassa op basis van drooggewicht per soort en locatie in het verloop van de tijd. T=0 is het tijdstip van uitzetten. Periode 1 en 2 zijn de oogstdagen.

Bijlage 11: wortelaandeel per soort en locatie



Wortelaandeel per soort en locatie uitgezet in de tijd. Periode 1 en 2 is het vastgesteld wortelaandeel op de oogstdagen.

Bijlage 12: stappenplan voor het opstellen van een diagnose

Stap 1: Opstellen water- en stoffenbalans:

Voor het opstellen van een water- en stoffenbalans zijn de volgende gegevens noodzakelijk:

Externe Belasting

- *In- en uitlaat van oppervlaktewater (per inlaatpunt)*
- *Neerslagafvoer, uit- en afspoeling vanaf aangrenzende gebieden*
- *Neerslag direct*
- *Lozing en overstorten*
- *Watervogels**
- *Terrestrische input door bladeren**
- *Lokaas hengelsport**
- *Hondenpoep**

* Deze externe bronnen zijn bekend en worden aan het eind van het stappenplan toegelicht.

Formule

Belasting =
(som van alle in-posten in gram) / (totale opp. in m²) / (tijdseenheid, dag of jaar)

Interne belasting

- *Nutriënten aanwezig in de waterbodem*

Stap 2: Bepalen van de kritische belasting

De kritische belasting kan per watersysteem worden bepaald met behulp van de PC-lake metamodel, gebaseerd op het programma PC-lake (Witteveen +Bos, 2006). Deze tabel is te vinden op www.pbl.nl/modellen/pclake. (zie printscreen toegevoegd aan het stappenplan)

Stap 3: Invullen van de diagnostische tabel

Door onderstaande gegevens te verzamelen en in te vullen in de diagnostische tabel, aan het eind van dit stappenplan, kan er gekeken worden waar de knelpunten in een watersysteem aanwezig zijn en hoe deze efficiënt kunnen worden aangepakt.

- A. De externe belasting wordt getoetst aan de kritische belasting.
 - Externe belasting= som van alle in-posten (zie formule)
 - Kritische belasting= wordt berekend door pclake metamodel
- B. Interne belasting bepalen
 - Indicatoren: ratio ijzer: fosfaat (Fe: PO₄) en Calcium: fosfaat (Ca: PO₄) en ratio (Fe-S):P geven een indicatie van de beschikbaarheid van ijzer.
- C. Is de interne belasting in evenwicht met de externe belasting?
 - De lactaat-acetaat extractie (P_{al}) (in mgP₂O₅/100 gram droge grond)
- D. Turbiditeit van het oppervlaktewater

-
- Waarden turbiditeit in NTU (Etten-Leur 17 NTU)
- E. Ratio Zicht:diepte
- Ratio secchidiepte: diepte van de vijver (Etten-Leur 40: 120 = 0,33)
- F. Sulfaat en alkaniteit van (inlaat) water
- De alkaniteit van het bodemvocht wordt vooral bepaald door de snelheid van reductieprocessen (nitraat-, ijzer en sulfaatreductie).
- G. Productiviteit
- Chlorofylconcentratie (Etten-Leur 21 ug/l)
 - Totale visbiomassa (visonderzoek)
 - Bedekking submers (Etten-Leur < 5 %)
- H. Areaal emergente vegetatie:
- Bedekking (Etten-Leur <5 %)

Toelichting externe nutriëntenbronnen

Watervogels

De vele watervogels die op de vijver voorkomen zorgen voor een extra belasting van fosfaat en stikstof. Watervogels foerageren vaak gedurende de dag en zoeken een veilige plek op het water om de nacht door te brengen. Op deze manier worden nutriënten van elders aan de vijver toegevoegd. Op de vijver aan de Hoge Neerstraat in Etten-Leur zijn het gehele jaar veel watervogels aanwezig, vooral eenden en meeuwen. Met behulp van het model Waterbird 1.1 (Hahn, Bauer en Klaassen 2008) kan een berekening worden gemaakt van de hoeveelheid nutriënten (N en P) die watervogels aanvoeren. Er is een model gemaakt voor planteneters en voor vleeseters. De modellen gaan uit van de soort, de periode dat de vogels op het water aanwezig zijn en de aantallen vogels.

Er zijn vijf tellingen uitgevoerd (zie onderstaande tabel) in de periode van januari 2010 t/m juni 2010. Deze waarnemingen geven aan dat er een redelijk stabiele groep van circa 50 eenden aanwezig is op de vijver. In de wintermaanden waren er ook nog circa 80 meeuwen aanwezig. Deze aantallen zijn gebruikt in de berekening. De aanvoer van watervogels bedraagt volgens het model Waterbird 1.1:

Stikstof (N) = 31.09 kg-N/jaar

Fosfaat (P) = 5.075 kg-P/jaar.

Datum	Eenden	Meeuwen	Waarnemer
20-01-'10	50		Delta waterlab
16-02-'10	50		Delta waterlab
8-03 -'10	40	80	Marloes van Delft
16-03-'10	15		Delta waterlab
2-06-'10	50		Marloes van Delft

Aantal watervogels in de periode van januari t/m juni 2010.

Voeren van eenden

De eenden in de vijver worden veelvuldig gevoerd door omwonenden, vaak met brood. Doordat de eenden niet al het voer op kunnen eten, ontstaat een extra nutriëntenbelasting op het oppervlaktewater. Uitgangspunt voor de vijver in Etten-Leur is een gemiddelde van 50 sneden brood per dag (schatting). Een snede brood weegt 30-35 gram. Hiervan verdwijnt 50 % naar de bodem, het resterende deel kunnen de eenden opeten. De voedselinname van eenden (50 gram per dag) is mogelijk een beperkende factor (Aalderink, et al. 2009).

Aantal eenden	Consumptie per eend (gram/dag)	Consumptie per eend (kg/jaar)	Consumptie totaal (kg/jaar)
50	50	18.3	912.5
Brood Gem/sneden dag	Gewicht snede brood (gram)	Brood kg/dag	Brood (kg/jaar)
50	30-35	1,6	600
Totaal gevoerd	Gevoerde dat bezinkt (50%) (kg/jaar)	Deel dat eenden op kunnen eten (kg/jaar)	Totale directe bijdrage aan oppervlaktewater (kg/jaar)

600	300	300	300
	Gem. Stikstof	Gem. fosfaat	
Brood samenstelling (g/100g)	1,3	0,4	

In bovenstaande tabel wordt berekend dat als er gemiddeld 50 sneden brood per dag worden gevoerd met een eenden bezetting van 50 er met de maximale voedselopname van eenden 300 kg brood per jaar wordt toegevoegd aan het water per jaar. Deze 300 kg bestaat uit het brood wat de eenden niet op kunnen eten. Uit onderzoek (Aalderink, et al. 2009) blijkt dat brood per 100 gram 1,3 gram stikstof en 0,4 gram fosfaat bevat. Totale directe bijdrage aan het oppervlak bij het voeren van gemiddeld 50 sneden brood per dag en bij de aanwezigheid van 50 eenden jaarrond:

300 kg* 0,4 g/100g= 1,2 kg P/jaar

300 kg* 1,3 g/100g= 3,9 kg N/jaar

Terrestrische input door bladeren

De nutriëntenbelasting door bladval in vijvers bedraagt 0,003 kg-P/meter oever/jaar en 0,032 kg-N/meter oever/jaar (Witteveen & Bos, 2006)⁷.

Lokaas hengelsport

Volgens Sportvisserij Nederland (2010)⁸ wordt er gemiddeld 1 kg lokvoer per sportvisser per visdag gevoerd. Er wordt uitgegaan van een gemiddelde van 53 visdagen. Natuurlijk zijn er ook vissers die geen gebruik maken van lokaas. Als de niet voerende vissers ook mee worden geteld komt dit op een gemiddelde van 42,4 kg per sportvisser per jaar.

Ervan uitgaand dat gemiddeld 0,3% van het lokvoer bestaat uit P (Emmerik en Peters 2010), komt dit neer op een P-input van 128 gram P per sportvisser per jaar (incl. niet voerders).

Ervan uitgaand dat gemiddeld 1,3 % van het lokvoer bestaat uit N (Emmerik en Peters 2010), komt dit neer op een N-input van 551 gram N per sportvisser per jaar (incl. niet voerders).

Als ervan uitgegaan wordt dat er 15 vaste sportvissers gebruik maken van de vijver komt dit neer op een totale input van:

P= 1,92 kg /jaar

N= 8,265 kg/ jaar

Hondenpoep

Voor honden staat in een Amsterdamse studie (DWR, 1997) een richtwaarde voor de stikstof- en fosfaatbelasting van het oppervlaktewater op jaarbasis. Uit urine en fecaliën tezamen en de aanname dat 25-50% afspoeling komt dit per hond op het volgende neer:

- **160-320 g-P/jaar per hond**
- **840-1660 g-N/jaar per hond**

⁷ Aalderink, H., et al. (2009). "Oppervlaktewaterkwaliteit: wat zijn relevante emissies?". ISBN: 97890 73615 257.

⁸ Emmerik W.A.M. & Peters, J.S., (2010) Literatuuronderzoek, Invloed lokvoer op waterkwaliteit, Sportvisserij Nederland.

Het aantal honden wordt vastgesteld op basis van het gemiddelde hondenbezit in Nederland (21 honden per 100 huishoudens) en het aantal huishoudens dat de vijver voor recreatieve doeleinden gebruikt. (Aalderink, et al. 2009).

Een printscreen van het Metamodel PCLake.

Metamodel PCLake

Met behulp van dit metamodel van PCLake kan snel een inschatting worden gemaakt van de kritische P-belasting van meren. Vul onderstaande formulier in met de gewenste waarden en druk op de knop onderaan. Na controle van de invoer worden de modelresultaten gepresenteerd.

Bij ieder invoervariabele is uitleg geplaatst. Door op het vraagteken te klikken, wordt de uitleg getoond of verborgen bij die invoervariabele. Met behulp van de '[toon/verberg alle uitleg](#)' link kan alle uitleg in één keer getoond of verborgen worden.

Actuele belasting (g P m ⁻² j ⁻¹) ?	
Gewenste uitvoervariabele ?	P-belasting (g P/m ² .j) ▼
Jaargemiddelde verblijftijd (dagen) ?	
Waterdiepte o.b.v. zomerpeil (m) ?	
Oppervlakte moeras (ha) ?	0
Oppervlakte meer excl. moeras (ha) ?	
Berekende fractie moeras ?	
Strijklengte (m) ?	
Bodemtype ?	klei ▼
Fractie opgelost P in de belasting (g/g) ?	0.5
Verblijftijd (wintergemiddelde, dagen) ?	
Verblijftijd (zomergemiddelde, dagen) ?	
Berekende variatie in verblijftijd	
Visserijdruk (g/g/dag) ?	0
Default peilverschil winter t.o.v. zomer (m) ?	0
Default NP ratio (g/g) ?	10
Run metamodel	

Een printscreen van het metamodel PCLake opgesteld door Witteveen +Bos (Bron: www.pbl.nl/modellen/pclake2)

Diagnostische tabel, een samenvatting van de diagnostische waarden

	P-BELASTING EXTERN	P-MOBILISATIE WATERBODEM	INTERNE VERSUS EXTERNE BELASTING
GOED	$P_{act} < P_{krit_1}$	$Fe:PO_4 \text{ (mol/mol)} > 10$ $(Fe-S):P \text{ (mol/mol)} > 10$ $Ca:PO_4 \text{ (mol/mol)} > 100$	$P_d < 3,5 * P\text{-belasting}$ (gP/m ² /jaar)
MATIG	$P_{krit_1} < P_{act} < P_{krit_2}$	$Fe:PO_4 \text{ (mol/mol)} 1 - 10$ $(Fe-S):P \text{ (mol/mol)} 0 - 10$ $Ca:PO_4 \text{ (mol/mol)} 10 - 100$	$P_d 3,5 - 14 * P\text{-belasting}$ (gP/m ² /jaar)
SLECHT	$P_{act} > P_{krit_2}$	$Fe:PO_4 \text{ (mol/mol)} < 1$ $(Fe-S):P \text{ (mol/mol)} < 0$ $Ca:PO_4 \text{ (mol/mol)} < 10$	$P_d > 14 * P\text{-belasting}$ (gP/m ² /jaar)

HELDERHEID	SULFAAT + ALKALINITEIT (INLAAT)WATER	PRODUCTIVITEIT	AREAAL EMERGENTE VEGETATIE
Turbiditeit < 5NTU	$SO_4 < 100 \mu\text{mol/l}$ (< 10 mg/l)	Chlorofyl-a < 20 µg/l	Bedekking > 5%
Zicht:diepte > 0,6	Alkaliniteit < 1 meq/l	Visbiomassa < 100 kg/ha Bedekking submers > 25%	
Turbiditeit 5 - 15 NTU	$SO_4 100 - 200 \mu\text{mol/l}$ (10 - 19 mg/l)	Chlorofyl-a 20 - 50 µg/l	Bedekking 2 - 5%
Zicht:diepte 0,4 - 0,6	Alkaliniteit 1 - 2 meq/l	Visbiomassa 100 - 150 kg/ha Bedekking submers 5 - 25%	
Turbiditeit > 15 NTU	$SO_4 > 200 \mu\text{mol/l}$ (> 19 mg/l)	Chlorofyl-a > 50 µg/l	Bedekking < 2%
Zicht:diepte < 0,4	Alkaliniteit > 2 meq/l	Visbiomassa > 150 kg/ha Bedekking submers < 5%	

Diagnostische tabel, een samenvatting van de diagnostische waarden (Bron: STOWA 2008-04)
