

## NOTITIE KIWK

### **Maatregелеffectiviteit plasherstel**

Algenrespons op nutriëntenreductie in de Bergse Plassen

---



Annalieke Bakker, Gea van der Lee, Ralf Verdonschot en Piet Verdonschot

**Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research**

November 2021

**Auteurs**

Annalieke Bakker, Gea van der Lee, Ralf Verdonshot en Piet Verdonshot (*correspondentie: [gea.vanderlee@wur.nl](mailto:gea.vanderlee@wur.nl)*)

**Opdrachtgever**

Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK)

**Projectgroep**

Gebruikerscommissie Kennisimpuls waterkwaliteit Systeemkennis ecologie en waterkwaliteit

**Wijze van citeren**

Bakker A.M., van der Lee G.H., Verdonshot R.C.M. en Verdonshot P.F.M. (2021). Maatregелеffectiviteit plasherstel: Algenrespons op nutriënt-reductie in de Bergse Plassen. Notitie Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK), Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 25 pp.

**Trefwoorden**

Bergse plassen, algen, plasherstel, nutriënten

**Beeldmateriaal**

Piet Verdonshot

DOI: <https://doi.org/10.18174/556872>

Dit project is uitgevoerd in opdracht van de Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK).

© 2021 Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Inhoud

Inhoud	3
Samenvatting	4
1 Inleiding	5
2 Materiaal en methoden	8
2.1 Metingen	8
2.2 Taxonomische afstemming	10
2.3 Data-analyse	11
3 Resultaten	12
3.1 Algemene trends	12
3.2 DCA Ordinatie	14
3.3 Taxa gerelateerd aan ordinatie	16
4 Conclusies en aanbevelingen	24
5 Literatuur	25

## Samenvatting

Een van de doelen van de Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK) is het kwantificeren van de effectiviteit van lokale maatregelen in verschillende watertypen op verschillende organismengroepen. In dit document is de effectiviteit van een pakket van herstelmaatregelen op de algenrespons in de Bergse Plassen geanalyseerd. De maatregelen bestonden uit het uitbaggeren en het aanbrengen van een zandlaag in de plassen en het voorkomen van de toevoer van nutriënten en zware metalen door omliggende huishoudens aan te sluiten op de riolering en water uit de omliggende wijken via de Rotte af te voeren. De maatregelen zijn uitgevoerd in de periode 2000-2005 en 2011-2018.

Met de Detrended Correspondence Analyse (DCA) ordinatietechniek zijn de algendata van twee locaties tussen 1992 en 2019 geanalyseerd. Er kan worden geconcludeerd dat de algengemeenschap is veranderd over tijd, maar dat de plassen ook na de maatregelen nog worden gedomineerd door blauwalgen (hetzij andere taxa). De maatregelen hebben tot een tijdelijke vermindering in nutriëntenconcentratie en chlorofyl-a geleid. Na uitvoering van de maatregelen traden nog steeds uitschieters in nutriënten- en chlorofyl-a concentraties op. Waarschijnlijk is de dominantie van blauwalgen gerelateerd aan de (nog) eutrofe staat van de plassen. Mogelijk zou een ecologische systeemanalyse van de toevoer van nutriënten in het waterbeheergebied van de Bergse Plassen het inzicht kunnen verschaffen in maatregelen die een meer uitgesproken verschil in de samenstelling van de algengemeenschap zouden kunnen bewerkstelligen.

# 1 Inleiding

Een van de doelen van de Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK) is het kwantificeren van de effectiviteit van lokale maatregelen in verschillende watertypen op verschillende organismegroepen. In dit document wordt de effectiviteit van een pakket van nutriënten reducerende maatregelen op de algenrespons in de Bergse Plassen geanalyseerd.

De Bergse Plassen bestaan uit de Achterplas en de Voorplas en liggen in een woonwijk in de gemeente Rotterdam (Figuur 1). Het zijn matig grote (totale oppervlakte ongeveer 100 hectare) ondiepe (2 meter) laagveenplassen en de bodem bestaat voornamelijk uit veen en zand (KRW type M27). De plassen zijn met elkaar verbonden door middel van een smalle watergang. Het water stroomt de plassen in vanuit gemaal Ringdijk. In het zuidoostelijke deel van de Voorplas zit een sluis en een gemaal (Berg en Broek), dat het waterpeil van de plassen regelt. Daarnaast zijn de plassen op dat punt verbonden met de rivier de Rotte.

Vóór 1956 fungeerden de plassen als bezinkbassins voor afval-/rioolwater van de aanliggende woonwijk. Daarna is de woonwijk aangesloten op de riolering en afvalwaterzuiveringsinstallatie. Door gebrek aan capaciteit van de afvalwaterzuiveringsinstallatie (AWZI) "Hoge Limiet" werden beide plassen na verloop van tijd weer gebruikt als bezinkbassins. In 1985 is de AWZI geamoveerd, maar 185 recreatiewoningen bij de plassen werden toen nog niet aangesloten op de riolering.

In de periode van februari 2000-2005 zijn zeer diverse maatregelen uitgevoerd ten behoeve van de waterkwaliteit. Deze maatregelen bestonden uit:

- Het baggeren van een deel van verontreinigde (koper en zink) en/of nutriëntenrijke bodem. Als de verontreinigde bodem een dikte had van >1m, is de bodem niet uitgebaggerd.
- Het afdekken van de gehele bodem van de Achterplas met een zandlaag van 30 cm en in de Voorplas alleen de gebaggerde delen.
- Het aansluiten van de recreatiewoningen op de riolering.
- Het toevoegen van ijzerchloride om het fosfaat bij het gemaal Ringdijk uit het toestromende water te halen.
- Het aanpassen van de uitstroom van het gemaal in de lengterichting van de Rotte.
- Het beheren van de visstand en de aanleg van paaiplaatsen voor snoeken.

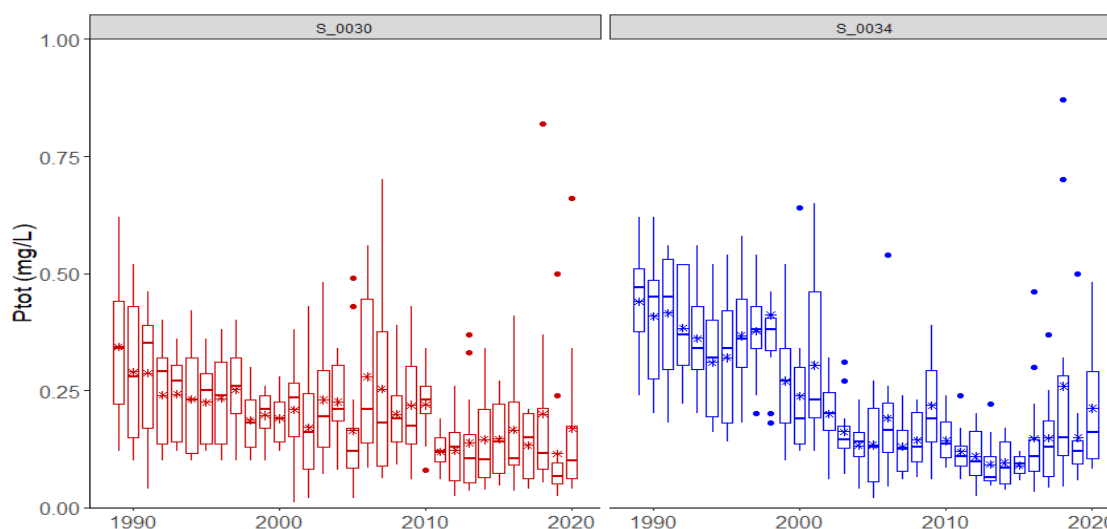
In de periode van februari 2011- 2018 zijn aanvullende maatregelen uitgevoerd ten behoeve van de waterkwaliteit. Deze maatregelen bestonden uit:

- Het afdekken van de nog onafgedekte delen van de Voorplas met een zandlaag.
- Het aanbrengen van poly-aluminiumchloride(PAC) onder een deel van de zandlaag, om fosfaat uit grondwater tegen te houden
- Het aanleggen van een duiker en een gemaal zodat het water uit de wijken in de buurt naar de Rotte wordt afgevoerd en niet meer naar de plassen.



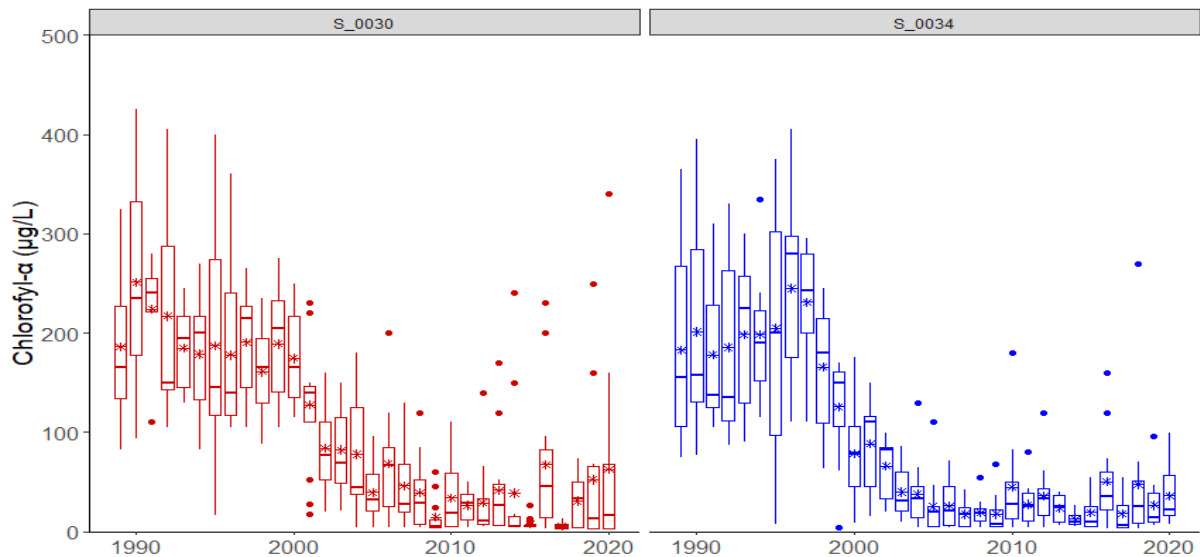
**Figuur 1:** Kaart van de Bergse Plassen met de locaties van de algenmeetpunten aangegeven met groene ster. Meetpunt S\_0030 bevindt zich in de Bergse Voorplas en meetpunt S\_0034 bevindt zich in de Bergse Achterplas (opentopo.nl).

De gemiddelde totaal-fosfor concentratie daalde in de Bergse Voorplas (meetpunt S\_0030) rond 2010 van ongeveer 0.23 mg/L naar 0.15 mg/L (Figuur 2). Vanaf 2012 waren er echter wel uitschieters in de totale fosfaatconcentratie van rond de 0.3 mg/L en vanaf 2018 kwamen er pieken voor tot 0.82 mg/L. De gemiddelde totale fosfaatconcentratie in de Bergse Achterplas (meetpunt S\_0034) lag tussen 1989 en 1998 rond de 0.38 mg/L, dit was hoger dan in de Bergse Voorplas in deze periode. De totale fosfaatconcentratie in de Bergse Achterplas is tussen 1999 en 2004 sterk afgenomen tot gemiddeld 0.16 mg/L, waarna de concentratie nog wat extra af is genomen na 2010 tot rond de 0.10 mg/L. Na 2015 lijkt de gemiddelde totaal-fosfor concentratie echter weer toe te nemen en komen pieken voor met concentraties tot 0.87 mg/L.



**Figuur 2:** De gemeten totaal-fosfor concentratie tussen 1987 en 2020 in de Bergse Voorplas (S\_0030) en Bergse Achterplas (S\_0034). De boxplot laat de mediaan (dwarsstreepje), het gemiddelde (ster), het tweede en derde kwartiel (blok) en de outliers (stip) zien.

In tegenstelling tot de totaal-P concentraties, was het verloop van de chlorofyl-a concentratie tussen de meetpunten in de Bergse Voorplas (S\_0030) en Achterplas (S\_0034) zeer vergelijkbaar. Tot 1999 lag de jaarlijks gemiddelde chlorofyl-a concentratie in de Bergse Voorplas (S\_0030) en Bergse Achterplas (S\_0034) rond de 200 µg/L (Figuur 3). Tussen 1999/2000 en 2005 is de gemiddelde chlorofyl-a concentratie in beide plassen sterk gedaald naar ongeveer 30 µg/L. Hoewel de gemiddelde concentraties sterk zijn gedaald, waren er vanaf 2010 bij beide meetpunten echter wel jaarlijks pieken (uitschieters) in de chlorofyl-a concentratie tot 340 µg/L bij S\_0030 en 270 µg/L bij S\_0034. De daling tussen 1999/2000 en 2005 correspondeerde met de periode van de eerste maatregelen. De tweede periode met maatregelen tussen 2011 en 2018 heeft niet tot een verdere afname in chlorofyl-a concentratie geleid. In tegendeel, na 2010 werden er juist hogere uitschieters gemeten.



**Figuur 3:** De gemeten chlorofyl-a concentratie tussen 1987 en 2020 in de Bergse Voorplas (S\_0030) en Bergse Achterplas (S\_0034). De boxplot laat de mediaan (dwarsstreepje), het gemiddelde (ster), het tweede en derde kwartiel (blok) en de outliers (stip) zien.

## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Metingen

Het fytoplankton is sinds 1992 op twee locaties in de Bergse Plassen bemonsterd (Figuur 1; Tabel 1). Per jaar zijn er 3-7 monsters genomen tussen maart en september en een beperkt aantal in de overige maanden (Tabel 2). Voor de vergelijkbaarheid zijn in deze analyse alleen de monsters tussen maart en september meegenomen. De monsterlocaties zijn per maand geanalyseerd.

**Tabel 1:** *Overzicht van de algenmonsterlocaties.*

<b>Locatie</b>	<b>Code</b>	<b>Coördinaten</b>
Bergse Voorplas	S_0030	51.95335, 4.49838
Bergse Achterplas	S_0034	51.95000, 4.47904

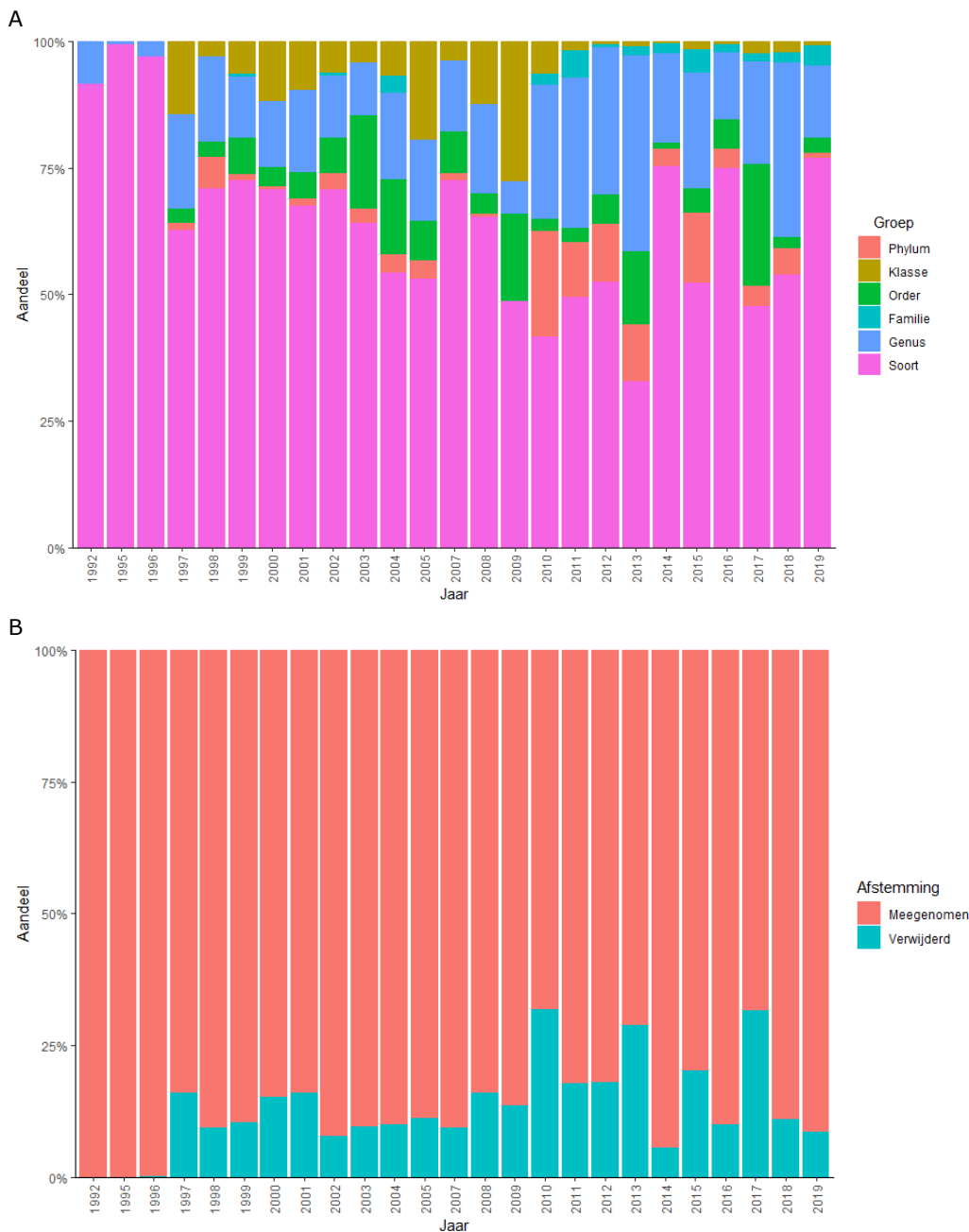


**Tabel 2:** Overzicht van het aantal algenmonsters dat per maand is genomen over de verschillende jaren per meetlocatie en het aantal jaren dat iedere maand is bemonsterd.

Code	Jaar	Maand												Totaal
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
S_0030	1992			1			1			1			1	4
	1995					1			1			1		3
	1996		1			1			1			1		4
	1997			1			1			1			1	4
	1998			1			1			1			1	4
	1999			1			2			1			1	5
	2000			1			1			1		1		4
	2001				1		1	1	1	1	1			6
	2002			1	1	1	1	1	1	1	1			8
	2003			1	1	1	1	1	1	1	1			8
	2004			1	1	1	1	1	1	1	1			8
	2005			1	1	2	2	2	2	2	1			13
	2007			1	1	1	1	1	1	1	1			8
	2008			1	1	1	1	1	1	1				7
	2009			1	1	1	1	1	1	1				7
	2010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
	2011			1	1	1	1	1	1	1				7
	2012			1	1	1	1	1	1	1				7
	2013			1	1	1	1	1	1	1				7
	2014			1	1	1	1	1	1	1				7
2015			1	1	1	1	1	1	1				7	
2016			1	1	1	1	1	1	1				7	
2017				1	1	1	1	1	1	1			7	
2018			1	1	1	1	1	1	1	1			7	
2019			1	1	1	1	1	1	1				7	
	<b>Totaal</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>168</b>
S_0034	1992			1			1			1			1	4
	1995					1			1			1		3
	1996		1			1			1			1		4
	1997			1			1			1			1	4
	1998			1			1			1			1	4
	1999			1			1			1			1	4
	2000			1			1			1		1		4
	2001				1		1	1	1	1	1			6
	2002			1	1	1	1	1	1	1	1			8
	2003			1	1	1	1	1	1	1	1			8
	2004			1	1	1	1	1	1	1	1			8
	2005			1	1	2	2	2	2	2	1			13
	2007			1	1	1	1	1	1	1	1			8
	2008			1	1	1	1	1	1	1				7
	2009			1	1	1	1	1	1	1				7
	2010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
	2011			1	1	1	1	1	1	1				7
	2012			1	1	1	1	1	1	1				7
	2013			1	1	1	1	1	1	1				7
	2014			1	1	1	1	1	1	1				7
2015			1	1	1	1	1	1	1				7	
2016			1	1	1	1	1	1	1				7	
2017				1	1	1	1	1	1	1			7	
2018			1	1	1	1	1	1	1	1			7	
2019			1	1	1	1	1	1	1				7	
	<b>Totaal</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>167</b>

## 2.2 Taxonomische afstemming

De taxonomische lijsten, afkomstig uit verschillende jaren, laten verschillen zien in taxonomische niveaus (Figuur 4A). Voor de analyse is een eenduidig gegevensbestand noodzakelijk. Daarom is voor de analyse de oorspronkelijke data taxonomisch afgestemd op basis van frequentie van voorkomen in de monsters en totale abundantie per taxon. De namen van de taxa zijn afgestemd op de meest recente TWN-lijst (Taxa Waterbeheer Nederland, 06-04-2020). Forma en ondersoorten zijn teruggebracht naar soortniveau. Indien een klasse, orde, familie of genus op een paar uitzonderingen na was gedetermineerd tot een lager niveau, is het hogere niveau verwijderd en het lagere niveau gehandhaafd, indien de frequentie waarmee het hogere niveau voorkwam echter hoog was dan is het lagere niveau omgezet naar het hogere niveau. Na afstemming van de data is in de eerste drie jaar het aandeel van de taxa dat op soort is gedetermineerd echter nog iets hoger dan de jaren daarna. In totaal is 16% van de gemeten cellen verwijderd (Figuur 4B).



**Figuur 4:** A) Overzicht van de taxonomische niveaus die zijn meegenomen in de analyse, waarbij de taxa van de Bergse Voorplas en Achterplas zijn meegenomen in de afstemming. B) Het aandeel van de taxa die zijn meegenomen in de analyses of zijn verwijderd per jaar.

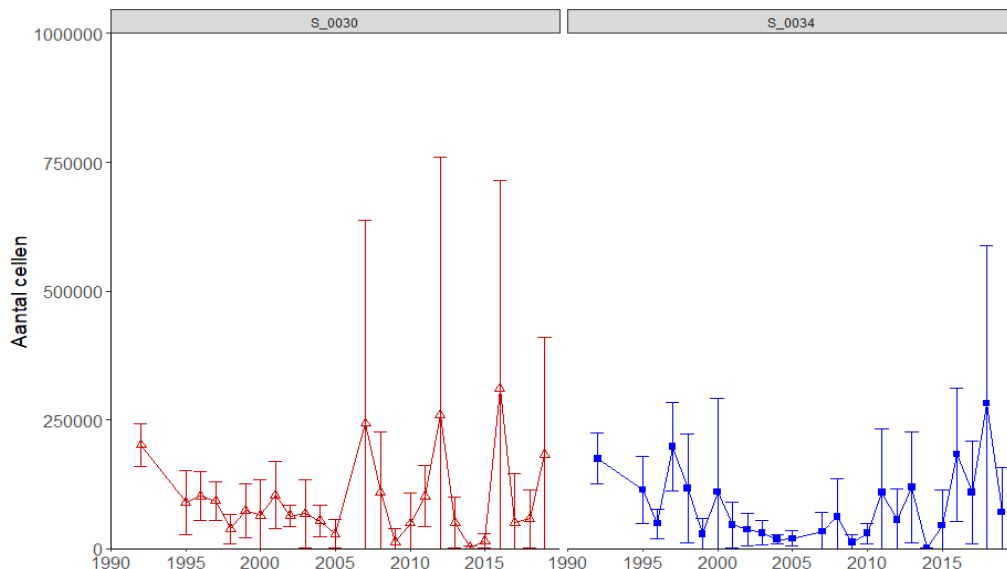
### 2.3 Data-analyse

Bij de analyse van de algengemeenschap is de relatieve abundantie (procentueel) gebruikt, omdat er verschillen waren in de concentratie gemeten cellen per jaar. Vervolgens is de relatieve abundantie van de algen  $\log_{10}(x+1)$  getransformeerd om de rol van laag-abundante soorten te vergroten. Daarna is een Detrended Correspondence Analysis (DCA) uitgevoerd om te bepalen of een lineaire of unimodale ordinatie techniek moet worden gebruikt. De grens voor de keuze van een lineaire of unimodale ordinatie techniek wordt over het algemeen gelegd bij een gradiëntlengte van ongeveer 3 voor de 1<sup>e</sup> ordinatie-as (Jongman et al. 1995). Is de lengte groter dan 3, dan kan de ordinatie het beste uitgevoerd worden met een unimodale techniek. Is de lengte klein, dan is een lineaire techniek geschikter. Voor de 1<sup>e</sup> ordinatie-as bleek de gradiëntlengte groter dan 4 te zijn. Er is daarom gekozen om de data verder met een unimodale ordinatiemethode te analyseren; Detrended Correspondence Analyse. De resultaten zijn geplot om de patronen in de algengemeenschap tussen de meetpunten te verkrijgen. De taxa zijn vervolgens gecorreleerd aan de DCA door de set 999 te permuteren. Alle analyses zijn gedaan in R (versie 3.6.3) met het softwarepakket *vegan* (Oksanen et al. 2019). De significante taxa zijn vergeleken met de corresponderende EKR waardes uit de KRW maatlatten van het watertype M27 (Altenburg et al., 2018) en hun preferentie voor fosfor concentraties in het water (Philips et al., 2013).

### 3 Resultaten

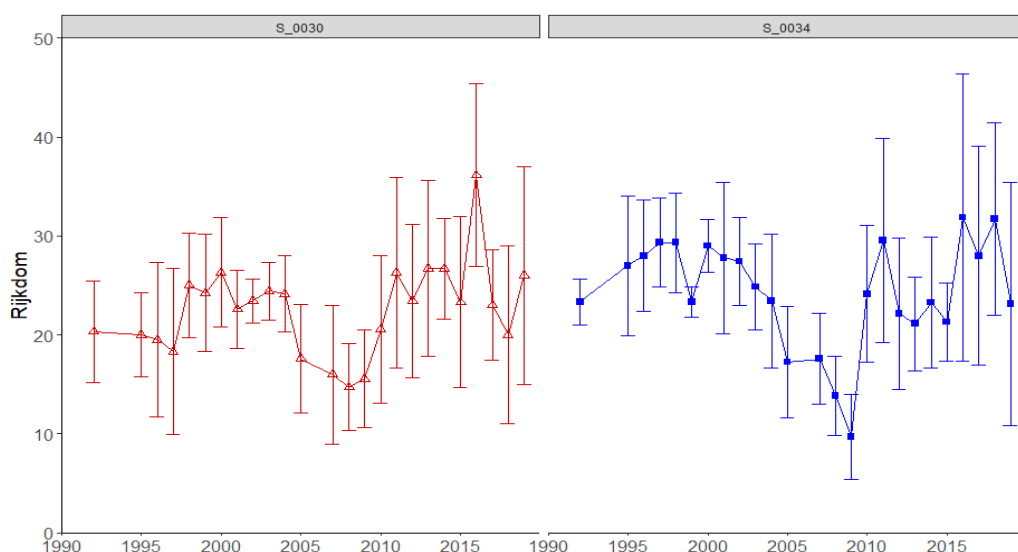
#### 3.1 Algemene trends

De gemiddelde ( $\pm$ SD) concentratie gemeten cellen was vergelijkbaar tussen de meetpunten (S\_0030:  $96807 \pm 80676$  cellen en S\_0034:  $89348 \pm 74841$  cellen; Figuur 5). Het gemiddelde gemeten aantal cellen per locatie per jaar varieerde vooral na 2005 sterk bij meetpunt S\_0030. Bij meetpunt S\_0034 was de variatie in minder mate aanwezig.



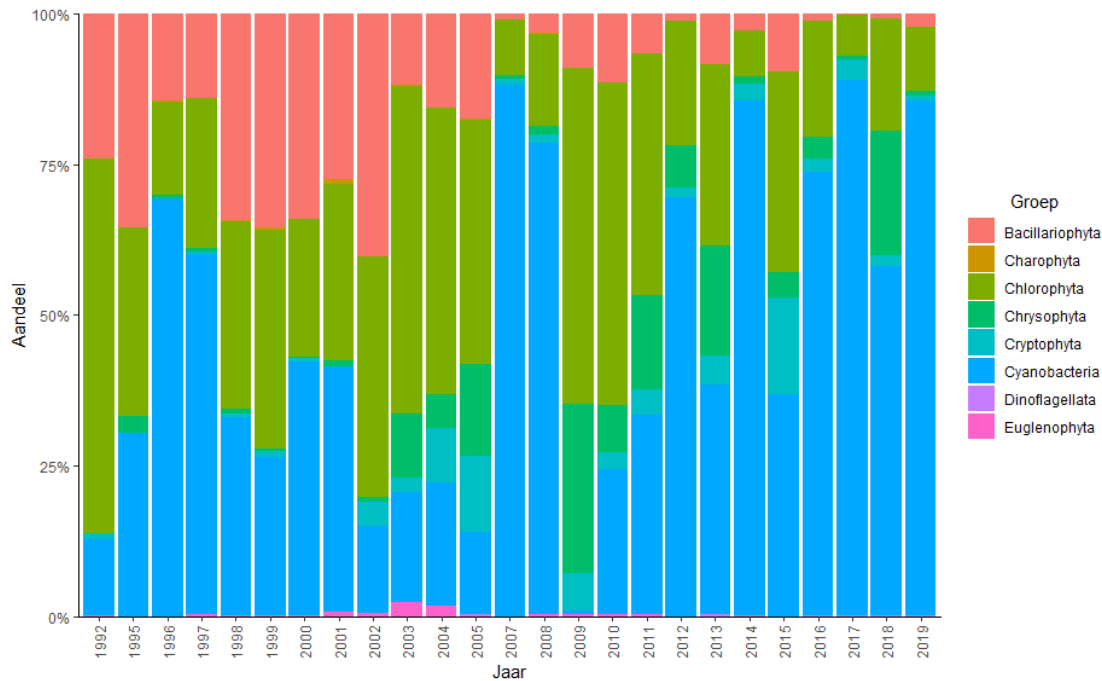
**Figuur 5:** De gemiddelde concentratie cellen per jaar in de Bergse Voorplas (S\_0030) en de Bergse Achterplas (S\_0034).

Ook het gemiddelde ( $\pm$  SD) aantal taxa per meting was vergelijkbaar tussen de locaties (S\_0030:  $23 \pm 5$  taxa en S\_0034:  $23 \pm 5$  taxa; Figuur 6), maar varieerde sterk tussen de verschillende metingen in een jaar (Figuur 6). Opvallend is dat het aantal taxa in beide plassen tijdelijk lager was tussen 2004 en 2009, waarna het weer vergelijkbaar is met voor 2004.

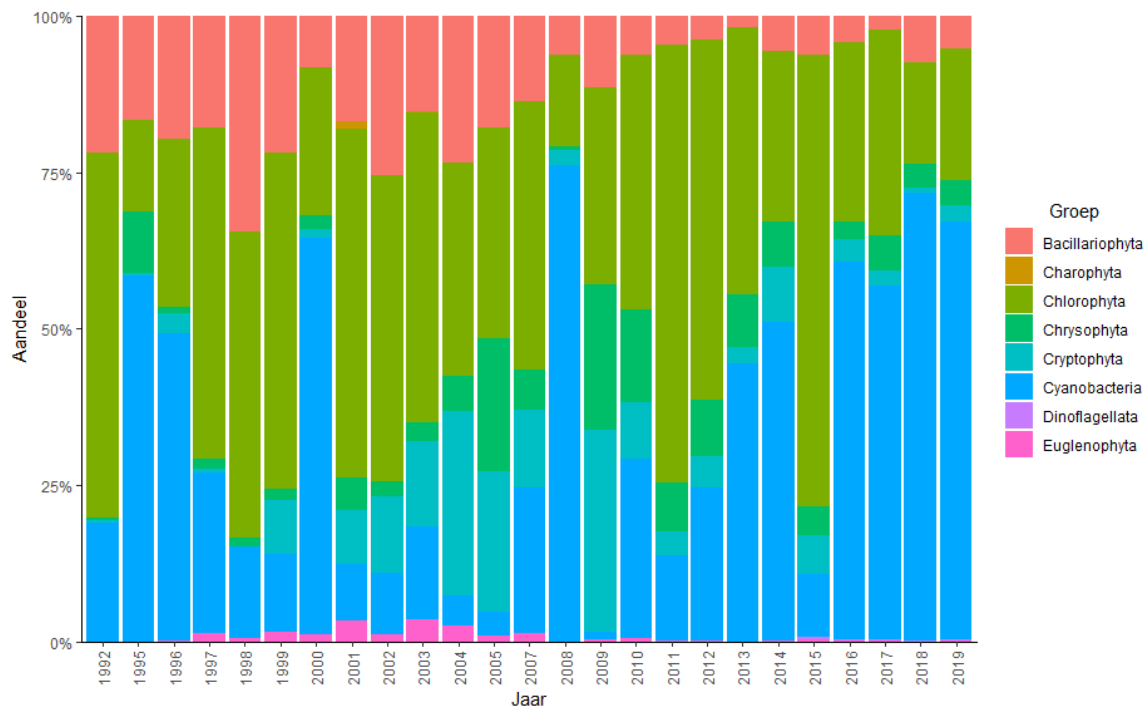


**Figuur 6:** Het gemiddelde aantal taxa per jaar in de Bergse Voorplas (S\_0030) en de Bergse Achterplas (S\_0034).

De verdeling van de algengroepen verschilde per jaar (Figuur 7 en 8). In beide plassen nam het relatieve aandeel van diatomeeën (Bacillariophyta) af en waren de cyanobacteriën (Cyanobacteria) het grootste deel van de jaren dominant. Het aandeel cyanobacteriën was iets lager en groenalgen (Chlorophyta) iets hoger in de Bergse Achterplas (Figuur 8) vergeleken met de Bergse Voorplas (Figuur 7). Opvallend is een tijdelijke dip in de dominantie, vooral in de Bergse Achterplas (S\_0034) tussen 2000 en 2007 en tussen 2009 en 2012. In de Bergse Voorplas (S\_0030) was een vergelijkbaar patroon, maar waren cyanobacteriën wel de dominante groep in 2007.



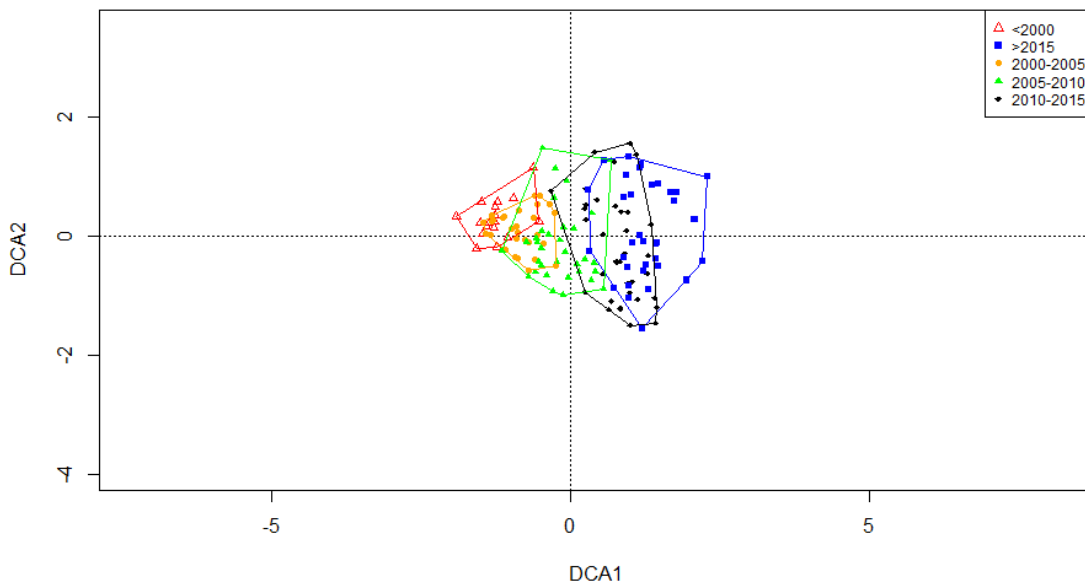
**Figuur 7:** De som van het aandeel van verschillende groepen algen per jaar in de Bergse Voorplas (S\_0030).



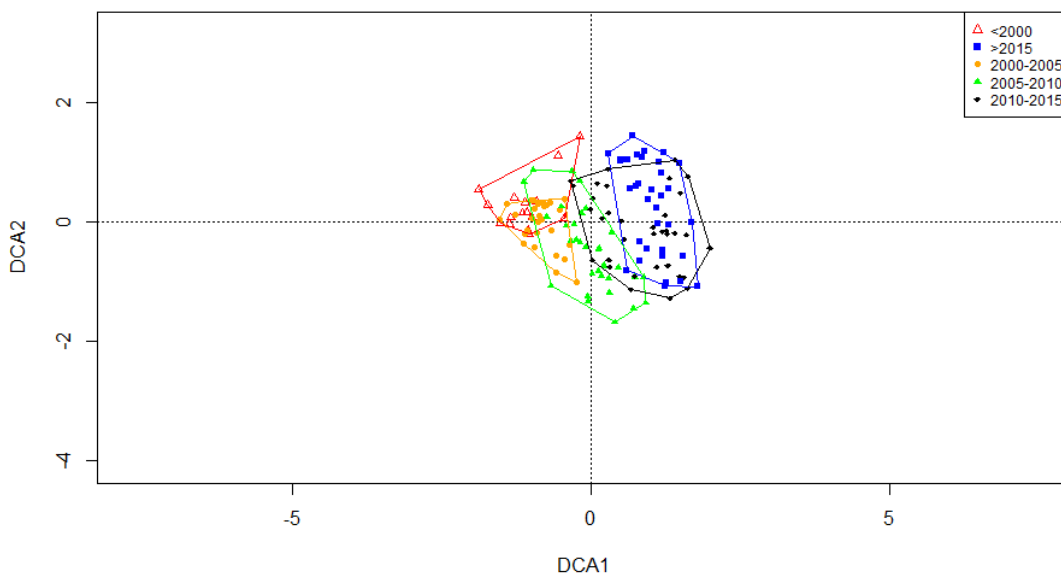
**Figuur 8:** De som van het aandeel van verschillende groepen algen per jaar in de Bergse Achterplas (S\_0034).

### 3.2 DCA Ordinatie

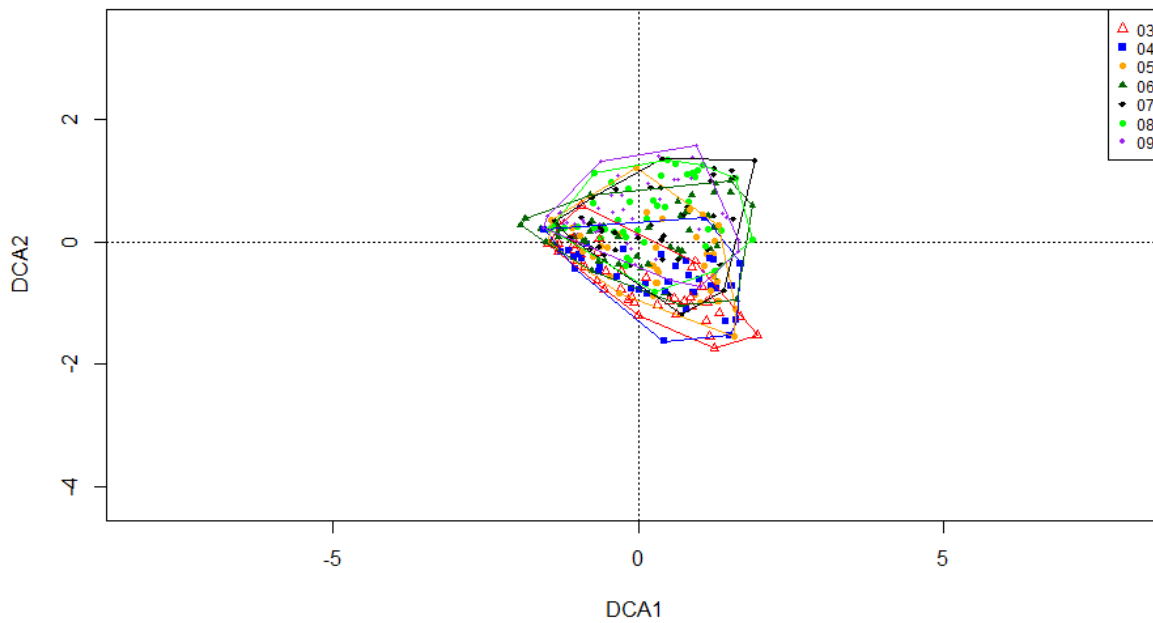
Om inzicht te verkrijgen in de verschuiving in de algengemeenschap over tijd hebben we de metingen in de DCA ordinatie onderverdeeld in groepen (polygoon) van 5 jaar (Figuur 9 en 10). In de DCA van beide plassen trad een verdeling op over de eerste DCA-as tussen de jaren voor 2000 (rode en oranje polygoon) en na 2005 (blauwe en zwarte polygoon). De metingen in de tijdsperiode 2000-2005 (groene polygoon) overlappen met de metingen uit beide andere tijdsperiodes. Er trad in die periode dus een verschuiving in de algengemeenschap op. De algengemeenschap verdeelde zich over de tweede as volgens de maanden waarin de meting is genomen. De verdeling langs de verticale as laat twee perioden zien; maart-april en juni-september bij meetpunt S\_0030 (Figuur 11). Monsters genomen in mei komen bij meetpunt S\_0030 vooral bij in de juni-september groep (zomer/vroeg najaar). Op meetpunt S\_0034 is duidelijker sprake van een gradiënt in volgorde van de maanden langs de tweede-as (Figuur 12). Bij beide meetpunten is de verdeling het duidelijkst bij de metingen vanaf 2005-2010.



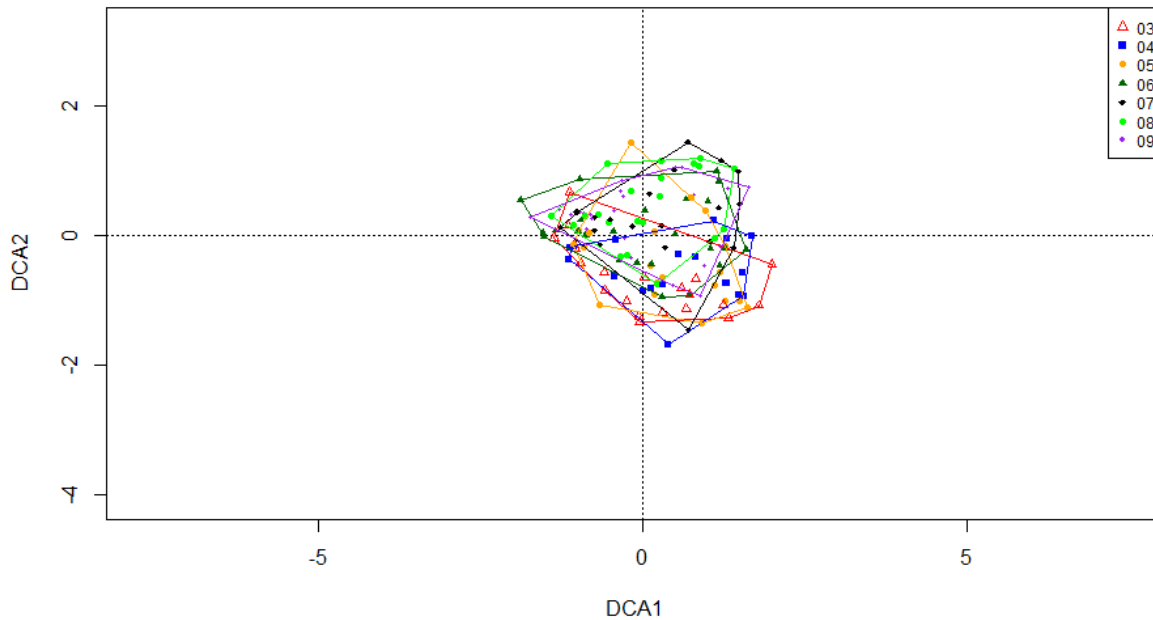
**Figuur 9:** DCA plot van de algengemeenschap in de Bergse Voorplas (S\_0030) per meting. De kleuren van de punten geven tijdsperiodes van 5 jaar aan. Alle punten uit dezelfde tijdsperiode zijn omringt door een polygoon in dezelfde kleur.



**Figuur 10:** DCA plot van de algengemeenschap in de Bergse Achterplas (S\_0034) per meting. De kleuren van de punten geven tijdsperiodes van 5 jaar aan. Alle punten uit dezelfde tijdsperiode zijn omringt door een polygoon in dezelfde kleur.



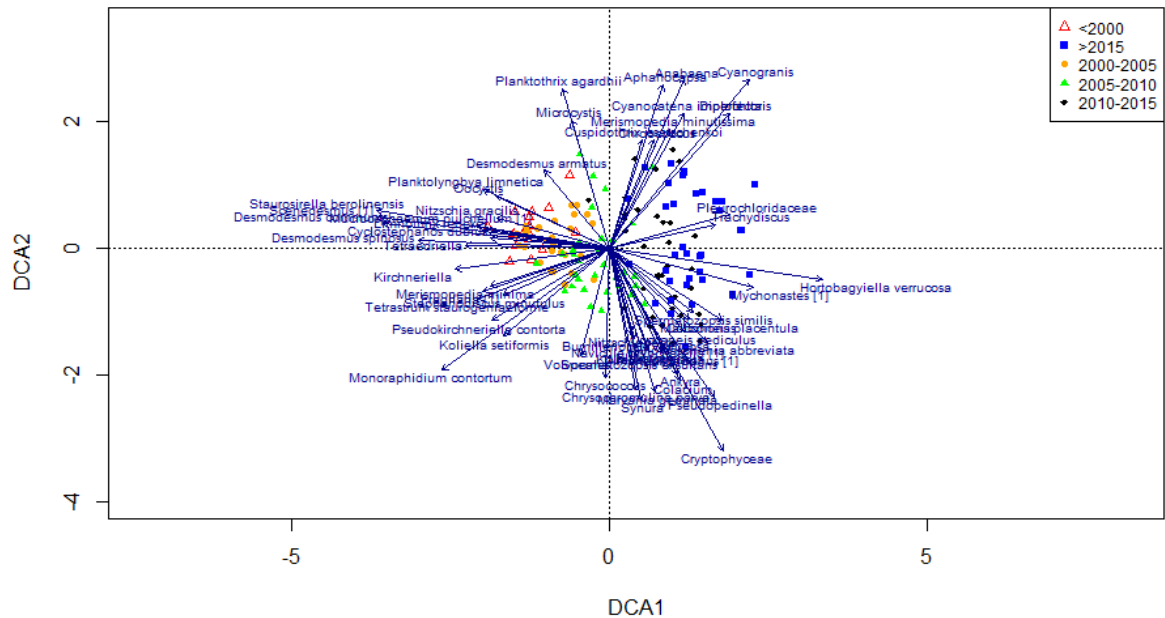
**Figuur 11:** DCA plot van de algengemeenschap in de Bergse Voorplas (S\_0030). De kleuren van de punten geven de maanden aan.



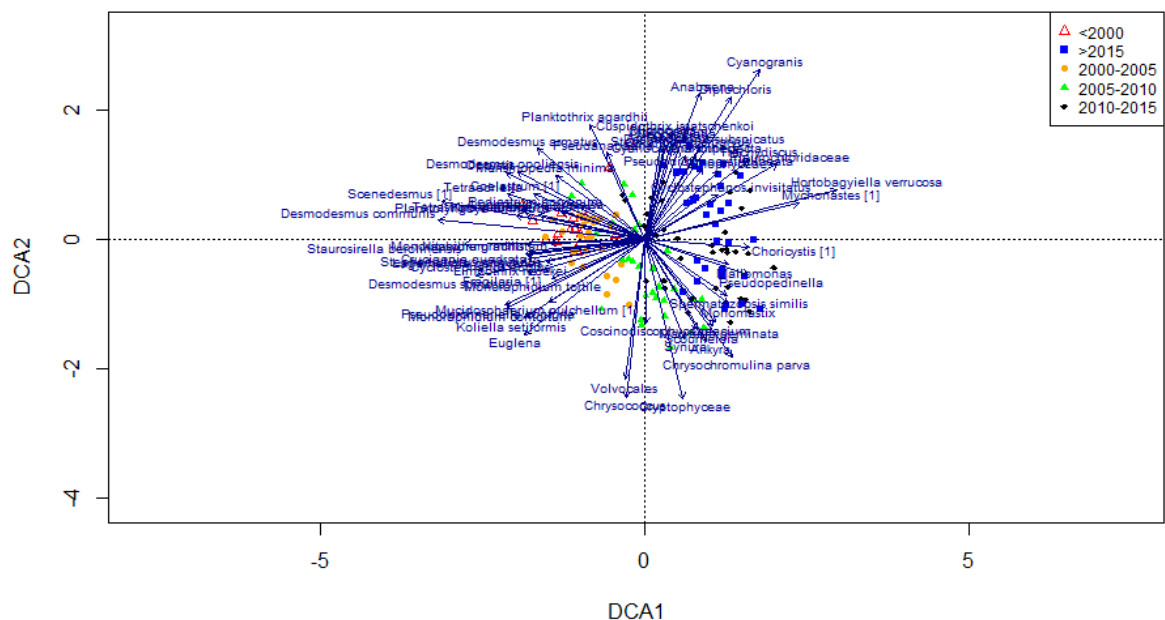
**Figuur 12:** DCA plot van de algengemeenschap in de Bergse Achterplas (S\_0034). De kleuren van de punten geven de maanden aan.

### 3.3 Taxa gerelateerd aan ordinatie

De significant gecorreleerde taxa van de Bergse Voorplas en Achterplas zijn weergegeven in de DCA plots ( $p < 0.001$ ; Figuur 13 en 14).



**Figuur 13:** DCA plot van de algengemeenschap van de Bergse Voorplas (S\_0030). De kleuren van de punten geven tijdsperioden van 5 jaren aan. De significant gecorreleerde soorten ( $p < 0.001$ ) zijn aangegeven met blauwe pijlen.



**Figuur 14:** DCA plot van de algengemeenschap van de Bergse Achterplas (S\_0034). De kleuren van de punten geven tijdsperioden van 5 jaren aan. De significant gecorreleerde soorten ( $p < 0.001$ ) zijn aangegeven met blauwe pijlen.

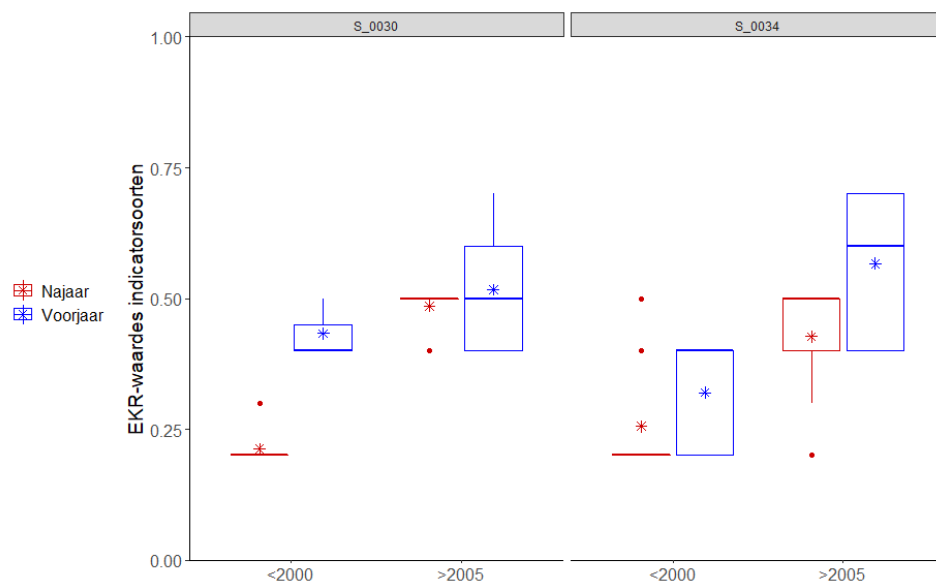


Vervolgens hebben we de significant gecorreleerde taxa gerelateerd aan de tolerantie voor totaal fosfor ( $P_{tot}$ ) en de KRW indicatie waardes (Tabel 3 en 4). We hebben hierbij een groepering gemaakt op basis van Figuur 9 t/m 12 waarbij de eerste as de monsters verdeelde tussen <2000 en >2005 en de tweede as de monsters verdeelde tussen voorjaar en najaar.

Bij beide plassen scoorden de taxa die na 2005 abundant waren, significant (beide  $p < 0.001$ ) hoger op de KRW maatlaten dan de taxa die het meest abundant waren vóór 2000 (Figuur 15, Tabel 3 en Tabel 4). In beide gevallen was de gemiddelde ( $\pm$ SD) EKR-waarde van de taxa vóór 2000  $0.3 (\pm 0.1)$  en na 2005  $0.5 (\pm 0.1)$ . Ook is de gemiddelde EKR waarde voor de taxa in het voorjaar gemiddeld hoger dan in het najaar.

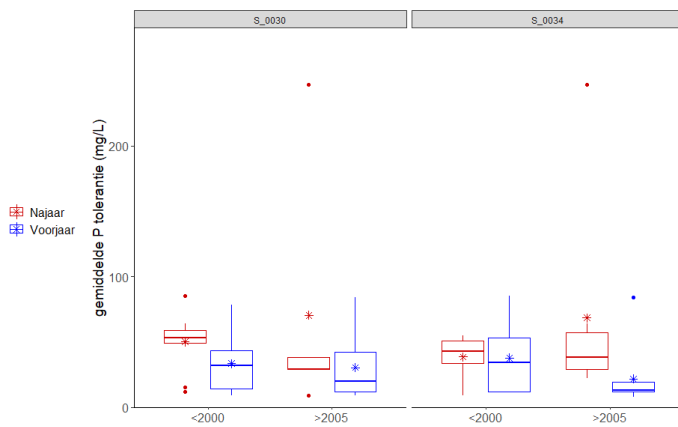
De gemiddelde  $P_{tot}$ -tolerantie van de significante taxa in de Bergse Voorplas was net iets hoger na 2005 ( $47 \pm 39$ ) vergeleken met vóór 2000 ( $39 \pm 27$ ) (Figuur 16A). Bij de Bergse Achterplas was de  $P_{tot}$ -tolerantie gemiddeld ook net iets hoger na 2005 ( $42 \pm 23$ ) vergeleken met vóór 2000 ( $38 \pm 58$ ). Deze verschillen waren echter niet significant ( $p > 0.05$ ). Ook bleek dat de hogere gemiddelden na 2005 in beide plassen sterk werden beïnvloed door de zeer hoge gemiddelde  $P_{tot}$  tolerantie van het genus *Diplochlois* (241 mg/L; Figuur 16A). Als de gemiddelde  $P_{tot}$  van dit taxa niet wordt meegenomen in de analyse, zijn de gemiddelde  $P_{tot}$ -tolerantie van de indicatorsoorten na 2005 juist lager dan vóór 2000 (Figuur 16B). Deze verschillen waren echter niet significant ( $p > 0.05$ ).

Daarnaast is opvallend dat er veel variatie binnen de seizoenen is en dat de indicatorsoorten in het voorjaar een lage gemiddelde  $P_{tot}$ -tolerantie lijken te hebben, maar dit patroon is niet geheel eenduidig. De gemiddelde  $P_{tot}$ -tolerantie van de taxa is in de Bergse Voorplas (S\_0030) vóór 2000 in het voorjaar hoger ( $36 \pm 25$ ) dan in het zomer/najaar ( $28 \pm 18$ ). Na 2005 is de gemiddelde  $P_{tot}$ -tolerantie lager in het voorjaar ( $45 \pm 33$ ) vergeleken met de zomer-najaar periode ( $69 \pm 77$ ). In tegenstelling tot de Bergse Voorplas, is bij de Bergse Achterplas de gemiddelde  $P_{tot}$ -tolerantie vóór 2000 en na 2005 hoger in de zomer/najaar ( $22 \pm 16$  en  $21 \pm 16$ ) dan in het voorjaar ( $41 \pm 24$  en  $68 \pm 80$ ).

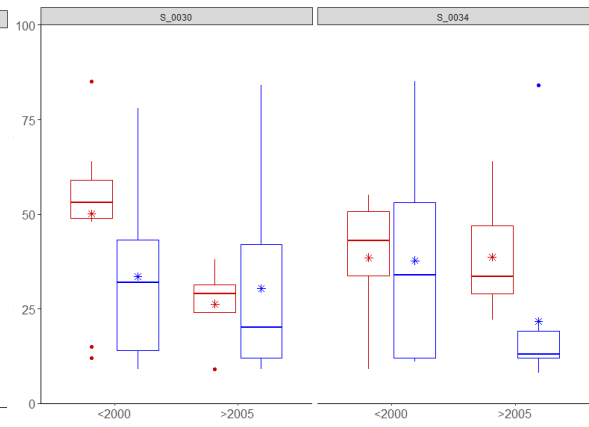


**Figuur 15:** Boxplot van de de EKR-waarde van indicatorsoorten per tijdperiode in de Bergse Voorplas (S\_0030) en de Bergse Achterplas (S\_0034). Voor de waarden die afhankelijk zijn van de hevigheid van de bloei van de taxa zijn gemiddelden genomen. De boxplot is onderverdeeld naar voorjaar (blauw) en najaar (rood). Weergegeven zijn de mediaan (dwarsstreepje), het gemiddelde (ster), het 2<sup>de</sup> en 3<sup>de</sup> kwartiel (blok) en de outliers (stip).

A



B



**Figuur 16:** A) Boxplot van de verdeling van de  $P_{tot}$ -tolerantie waarden van de indicatorsoorten in de Bergse Voorplas (S\_0030) en de Bergse Achterplas (S\_0034) tezamen, B) Boxplot van de verdeling van de  $P_{tot}$ -tolerantie waarden van de indicatorsoorten zonder de outlier *Diplochlois*. Beide boxplots zijn onderverdeeld naar voorjaar (blauw) en najaar (rood). Weergegeven zijn de mediaan (dwarsstreepje), het gemiddelde (ster), het 2<sup>de</sup> en 3<sup>de</sup> kwartiel (blok) en de outliers (stip).

**Tabel 3:** Overzicht van de significant gecorreleerde taxa uit de DCA ordinatie van de Bergse Voorplas (S\_0030). Indicatie van de KRW waarden (EKR-waarden) volgens de KRW maatlatten.

Taxa	Genus	Groep	DCA1	DCA2	p-waarde	r-waarde	Indicatie KRW	P <sub>tot</sub> -tolerantie			kwadrant
								gemiddelde	min	max	
<i>Staurosirella berlinensis</i>	<i>Staurosirella</i>	Bacillariophyta	-0.99	0.16	<0.001	0.52	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 nj
<i>Scenedesmus</i> [1]	<i>Scenedesmus</i>	Chlorophyta	-0.99	0.13	<0.001	0.51	0.2	48	25	90	<2000 nj
<i>Desmodesmus communis</i>	<i>Desmodesmus</i>	Chlorophyta	-0.99	0.11	<0.001	0.48	0.2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 nj
<i>Desmodesmus spinosus</i>	<i>Desmodesmus</i>	Chlorophyta	-1.00	0.04	<0.001	0.34	0.2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 nj
<i>Planktothrix agardhii</i>	<i>Planktothrix</i>	Cyanobacteria	-0.28	0.96	<0.001	0.26	0.1-0.3	50	28	88	<2000 nj
<i>Tetraedriella</i>	<i>Tetraedriella</i>	Chrysophyta	-1.00	0.02	<0.001	0.19	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 nj
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	<i>Planktolyngbya</i>	Cyanobacteria	-0.91	0.42	<0.001	0.18	0.2	53	35	81	<2000 nj
<i>Mucidosphaerium pulchellum</i> [1]	<i>Mucidosphaerium</i>	Chlorophyta	-0.99	0.17	<0.001	0.17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 nj
<i>Microcystis</i>	<i>Microcystis</i>	Cyanobacteria	-0.28	0.96	<0.001	0.16	0.2-0.4	64	38	108	<2000 nj
<i>Oocystis</i>	<i>Oocystis</i>	Chlorophyta	-0.91	0.42	<0.001	0.15	n.v.t.	15	8	28	<2000 nj
<i>Limnothrix redekei</i>	<i>Limnothrix</i>	Cyanobacteria	-0.99	0.14	<0.001	0.15	0.2	51	37	71	<2000 nj
<i>Cyclostephanos dubius</i>	<i>Cyclostephanos</i>	Bacillariophyta	-1.00	0.09	<0.001	0.13	n.v.t.	85	50	143	<2000 nj
<i>Nitzschia gracilis</i>	<i>Nitzschia</i>	Bacillariophyta	-0.97	0.26	<0.001	0.13	n.v.t.	59	33	107	<2000 nj
<i>Pseudanabaena</i>	<i>Pseudanabaena</i>	Cyanobacteria	-0.48	0.88	<0.001	0.10	0.2	55	38	81	<2000 nj
<i>Nitzschia graciliformis</i>	<i>Nitzschia</i>	Bacillariophyta	-0.98	0.19	<0.001	0.08	n.v.t.	59	33	107	<2000 nj
<i>Monoraphidium contortum</i>	<i>Monoraphidium</i>	Chlorophyta	-0.81	-0.59	<0.001	0.40	0.4	12	7	22	<2000 vj
<i>Kirchneriella</i>	<i>Kirchneriella</i>	Chlorophyta	-0.99	-0.14	<0.001	0.23	n.v.t.	40	22	71	<2000 vj
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>	<i>Tetrastrum</i>	Chlorophyta	-0.93	-0.36	<0.001	0.19	0.4	41	20	82	<2000 vj
<i>Pseudokirchneriella contorta</i>	<i>Pseudokirchneriella</i>	Chlorophyta	-0.85	-0.52	<0.001	0.18	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 vj
<i>Koliella setiformis</i>	<i>Koliella</i>	Chlorophyta	-0.77	-0.64	<0.001	0.18	n.v.t.	11	7	17	<2000 vj
Fragilaria [1]	<i>Fragilaria</i>	Bacillariophyta	-0.95	-0.33	<0.001	0.17	n.v.t.	24	15	40	<2000 vj
Chrysococcus	Chrysococcus	Chrysophyta	-0.03	-1.00	<0.001	0.16	n.v.t.	15	8	25	<2000 vj

<i>Merismopedia minima</i>	<i>Merismopedia</i>	Cyanobacteria	-0.95	-0.30	<0.001	0.15	0.5	9	5	14	<2000 vj
<i>Stephanodiscus minutulus</i>	<i>Stephanodiscus</i>	Bacillariophyta	-0.92	-0.40	<0.001	0.13	n.v.t.	50	29	88	<2000 vj
Volvocales	Volvocales	Chlorophyta	-0.26	-0.96	<0.001	0.11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 vj
<i>Euglena</i>	<i>Euglena</i>	Euglenophyta	-0.81	-0.59	<0.001	0.09	n.v.t.	78	42	147	<2000 vj
<i>Cyanogranis</i>	<i>Cyanogranis</i>	Cyanobacteria	0.64	0.77	<0.001	0.44	0.5				>2005 nj
<i>Anabaena</i>	<i>Anabaena</i>	Cyanobacteria	0.40	0.91	<0.001	0.32	0.5	38	21	67	>2005 nj
<i>Diplochlois</i>	<i>Diplochlois</i>	Chlorophyta	0.66	0.75	<0.001	0.30	0.4	247	123	498	>2005 nj
<i>Aphanocapsa</i>	<i>Aphanocapsa</i>	Cyanobacteria	0.31	0.95	<0.001	0.27	0.5	29	18	46	>2005 nj
<i>Cyanocatena imperfecta</i>	<i>Cyanocatena</i>	Cyanobacteria	0.48	0.88	<0.001	0.22	0.5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 nj
<i>Merismopedia minutissima</i>	<i>Merismopedia</i>	Cyanobacteria	0.45	0.89	<0.001	0.16	0.5	9	5	14	>2005 nj
<i>Pleurochloridaceae</i>		Chlorophyta	0.96	0.28	<0.001	0.14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 nj
<i>Chroococcus</i>	<i>Chroococcus</i>	Cyanobacteria	0.38	0.93	<0.001	0.13	0.5	29	16	50	>2005 nj
<i>Cuspidothrix issatschenkoi</i>	<i>Cuspidothrix</i>	Cyanobacteria	0.29	0.96	<0.001	0.12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 nj
<i>Trachydiscus</i>	<i>Trachydiscus</i>	Chrysophyta	0.98	0.22	<0.001	0.11	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 nj
Cryptophyceae	Cryptophyceae	Cryptophyta	0.49	-0.87	<0.001	0.50	0.4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 vj
<i>Hortobagyiella verrucosa</i>	<i>Hortobagyiella</i>	Chlorophyta	0.99	-0.14	<0.001	0.43	0.4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 vj
<i>Pseudopedinella</i>	<i>Pseudopedinella</i>	Chrysophyta	0.58	-0.82	<0.001	0.31	n.v.t.	10	6	15	>2005 vj
<i>Synura</i>	<i>Synura</i>	Chrysophyta	0.20	-0.98	<0.001	0.22	0.7	16	10	26	>2005 vj
<i>Marvania geminata</i>	<i>Marvania</i>	Chlorophyta	0.30	-0.95	<0.001	0.21	0.4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 vj
<i>Colacium</i>	<i>Colacium</i>	Euglenophyta	0.47	-0.88	<0.001	0.21	n.v.t.	21	11	39	>2005 vj
<i>Mychonastes [1]</i>	<i>Mychonastes</i>	Chlorophyta	0.96	-0.27	<0.001	0.20	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 vj
<i>Chrysochromulina parva</i>	<i>Chrysochromulina</i>	Chrysophyta	0.18	-0.98	<0.001	0.19	0.6	15	8	25	>2005 vj
<i>Ankyra</i>	<i>Ankyra</i>	Chlorophyta	0.47	-0.88	<0.001	0.19	0.6	19	11	31	>2005 vj
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	<i>Rhoicosphenia</i>	Bacillariophyta	0.72	-0.70	<0.001	0.17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 vj
<i>Cocconeis placentula</i>	<i>Cocconeis</i>	Bacillariophyta	0.84	-0.54	<0.001	0.16	n.v.t.	42	25	69	>2005 vj
<i>Amphikrikos nanus [1]</i>	<i>Amphikrikos</i>	Chlorophyta	0.49	-0.87	<0.001	0.13	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 vj
<i>Kephyrion</i>	<i>Kephyrion</i>	Chrysophyta	0.44	-0.90	<0.001	0.13	n.v.t.	9	6	15	>2005 vj
<i>Cocconeis pediculus</i>	<i>Cocconeis</i>	Bacillariophyta	0.67	-0.74	<0.001	0.12	n.v.t.	42	25	69	>2005 vj
<i>Spermatozopsis exsultans</i>	<i>Spermatozopsis</i>	Chlorophyta	0.24	-0.97	<0.001	0.12	n.v.t.	84	51	139	>2005 vj
<i>Koliella longiseta</i>	<i>Koliella</i>	Chlorophyta	0.35	-0.94	<0.001	0.11	n.v.t.	11	7	17	>2005 vj
<i>Elakatothrix</i>	<i>Elakatothrix</i>	Chlorophyta	0.37	-0.93	<0.001	0.11	n.v.t.	10	6	17	>2005 vj

<i>Navicula rhynchotella</i> [1]	<i>Navicula</i>	Bacillariophyta	0.35	-0.94	<0.001	0.10	n.v.t.	31	20	49	>2005 vj
<i>Cymatopleura elliptica</i>	<i>Cymatopleura</i>	Bacillariophyta	0.32	-0.95	<0.001	0.08	n.v.t.	56	40	77	>2005 vj
<i>Nitzschia recta</i>	<i>Nitzschia</i>	Bacillariophyta	0.25	-0.97	<0.001	0.07	n.v.t.	59	33	107	>2005 vj

**Tabel 4:** Overzicht van de significant gecorreleerde taxa uit de DCA ordinatie van de Bergse Achterplas (S\_0034). Indicatie van de KRW waarden (EKR-waarden) volgens de KRW maatlatten.

Taxa	Genus	Groep	DCA1	DCA2	p-waarde	r-waarde	KRW indicatie	P <sub>tot</sub> -tolerantie			Kwadrant
								gemiddelde	min	max	
<i>Staurosirella berlinensis</i>	<i>Staurosirella</i>	Bacillariophyta	-1.00	-0.03	<0.001	0.37	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 vj
<i>Monoraphidium minutum</i>	<i>Monoraphidium</i>	Chlorophyta	-1.00	-0.03	<0.001	0.10	n.v.t.	12	7	22	<2000 vj
<i>Nitzschia gracilis</i>	<i>Nitzschia</i>	Bacillariophyta	-1.00	-0.04	<0.001	0.16	n.v.t.	59	33	107	<2000 vj
<i>Crucigenia quadrata</i>	<i>Crucigenia</i>	Chlorophyta	-0.99	-0.10	<0.001	0.16	0.4	21	12	35	<2000 vj
<i>Stephanodiscus minutulus</i>	<i>Stephanodiscus</i>	Bacillariophyta	-0.99	-0.12	<0.001	0.17	n.v.t.	50	29	88	<2000 vj
<i>Lagerheimia genevensis</i>	<i>Lagerheimia</i>	Chlorophyta	-0.99	-0.13	<0.001	0.16	n.v.t.	47	26	84	<2000 vj
<i>Cyclostephanos dubius</i>	<i>Cyclostephanos</i>	Bacillariophyta	-0.99	-0.16	<0.001	0.16	n.v.t.	85	50	143	<2000 vj
<i>Desmodesmus spinosus</i>	<i>Desmodesmus</i>	Chlorophyta	-0.98	-0.21	<0.001	0.34	0.2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 vj
<i>Limnothrix redekei</i>	<i>Limnothrix</i>	Cyanobacteria	-0.98	-0.22	<0.001	0.12	0.2	51	37	71	<2000 vj
Fragilaria [1]	Fragilariaceae	Bacillariophyta	-0.96	-0.28	<0.001	0.17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 vj
<i>Monoraphidium tortile</i>	<i>Monoraphidium</i>	Chlorophyta	-0.92	-0.39	<0.001	0.12	0.4	12	7	22	<2000 vj
<i>Pseudokirchneriella contorta</i>	<i>Pseudokirchneriella</i>	Chlorophyta	-0.91	-0.43	<0.001	0.27	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 vj
<i>Monoraphidium contortum</i>	<i>Monoraphidium</i>	Chlorophyta	-0.90	-0.44	<0.001	0.28	0.4	12	7	22	<2000 vj
<i>Koliella setiformis</i>	<i>Koliella</i>	Chlorophyta	-0.84	-0.54	<0.001	0.24	n.v.t.	11	7	17	<2000 vj
<i>Mucidosphaerium pulchellum</i> [1]	<i>Mucidosphaerium</i>	Chlorophyta	-0.84	-0.55	<0.001	0.15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 vj
<i>Euglena</i>	Euglenaceae [1]	Euglenophyta	-0.78	-0.62	<0.001	0.27	n.v.t.	78	42	147	<2000 vj
Volvocales	Chlorophyceae	Chlorophyta	-0.14	-0.99	<0.001	0.23	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 vj
Chrysococcus	Chrysococcaceae	Chrysophyta	-0.12	-0.99	<0.001	0.29	n.v.t.	15	8	25	<2000 vj
<i>Desmodesmus communis</i>	<i>Desmodesmus</i>	Chlorophyta	-1.00	0.10	<0.001	0.49	0.2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 nj
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	<i>Planktolyngbya</i>	Cyanobacteria	-0.98	0.18	<0.001	0.20	0.2	53	35	81	<2000 nj
<i>Scenedesmus</i> [1]	Scenedesmoideae [1]	Chlorophyta	-0.98	0.19	<0.001	0.49	0.2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 nj
<i>Kirchneriella</i>	Selenastraceae	Chlorophyta	-0.98	0.22	<0.001	0.17	n.v.t.	40	22	71	<2000 nj

<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>	<i>Tetrastrum</i>	Chlorophyta	-0.97	0.23	<0.001	0.14	0.4	41	20	82	<2000 nj
<i>Tetraedriella</i>	Pleurochloridaceae	Chrysophyta	-0.95	0.31	<0.001	0.24	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 nj
<i>Pediastrum boryanum</i>	<i>Pediastrum</i>	Chlorophyta	-0.94	0.34	<0.001	0.10	n.v.t.	45	25	83	<2000 nj
<i>Coelastrum [1]</i>	Coelastroideae	Chlorophyta	-0.93	0.38	<0.001	0.17	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 nj
<i>Oocystis</i>	Oocystaceae	Chlorophyta	-0.90	0.44	<0.001	0.27	n.v.t.	15	8	28	<2000 nj
<i>Desmodesmus opoliensis</i>	<i>Desmodesmus</i>	Chlorophyta	-0.88	0.47	<0.001	0.24	0.2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 nj
<i>Merismopedia minima</i>	<i>Merismopedia</i>	Cyanobacteria	-0.81	0.58	<0.001	0.14	0.5	9	5	14	<2000 nj
<i>Desmodesmus armatus</i>	<i>Desmodesmus</i>	Chlorophyta	-0.76	0.65	<0.001	0.23	0.2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<2000 nj
<i>Planktothrix agardhii</i>	<i>Planktothrix</i>	Cyanobacteria	-0.43	0.90	<0.001	0.19	0.1-0.3	50	28	88	<2000 nj
<i>Pseudanabaena</i>	Pseudanabaenoideae	Cyanobacteria	-0.40	0.92	<0.001	0.11	0.2	55	38	81	<2000 nj
Cryptophyceae	Cryptomonada	Cryptophyta	0.23	-0.97	<0.001	0.31	0.4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 vj
<i>Synura</i>	Synuraceae	Chrysophyta	0.37	-0.93	<0.001	0.13	0.7	16	10	26	>2005 vj
<i>Scourfieldia</i>	Scourfieldiaceae	Chlorophyta	0.50	-0.86	<0.001	0.12	n.v.t.	8	5	12	>2005 vj
<i>Ankyra</i>	Characiaceae	Chlorophyta	0.52	-0.86	<0.001	0.16	0.6	19	11	31	>2005 vj
<i>Chrysochromulina parva</i>	<i>Chrysochromulina [1]</i>	Chrysophyta	0.59	-0.80	<0.001	0.25	0.6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 vj
<i>Marvania geminata</i>	<i>Marvania</i>	Chlorophyta	0.62	-0.79	<0.001	0.14	0.4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 vj
<i>Colacium</i>	<i>Euglenaceae [1]</i>	Euglenophyta	0.65	-0.76	<0.001	0.13	n.v.t.	21	11	39	>2005 vj
<i>Monomastix</i>	Monomastigaceae	Chlorophyta	0.79	-0.61	<0.001	0.13	0.6	13	8	21	>2005 vj
<i>Dinobryon divergens</i>	<i>Dinobryon</i>	Chrysophyta	0.81	-0.58	<0.001	0.08	0.7	12	7	20	>2005 vj
<i>Spermatozopsis similis</i>	<i>Spermatozopsis</i>	Chlorophyta	0.83	-0.56	<0.001	0.11	n.v.t.	84	51	139	>2005 vj
<i>Pseudopedinella</i>	Pedinellaceae	Chrysophyta	0.95	-0.32	<0.001	0.13	n.v.t.	10	6	15	>2005 vj
<i>Mallomonas</i>	Mallomonadaceae	Chrysophyta	0.96	-0.29	<0.001	0.09	0.7	12	8	18	>2005 vj
<i>Choricystis [1]</i>	Microthamniaceae	Chlorophyta	1.00	-0.07	<0.001	0.12	0.4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 vj
<i>Microcystis</i>	Microcystaceae	Cyanobacteria	0.17	0.99	<0.001	0.12	0.2-0.4	64	38	108	>2005 nj
<i>Chroococcus</i>	Chroococcaceae	Cyanobacteria	0.20	0.98	<0.001	0.12	0.5	29	16	50	>2005 nj
<i>Aphanocapsa</i>	Merismopedioideae	Cyanobacteria	0.22	0.98	<0.001	0.11	0.5	29	18	46	>2005 nj
<i>Cuspidothrix issatschenkoi</i>	<i>Cuspidothrix</i>	Cyanobacteria	0.27	0.96	<0.001	0.14	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 nj
<i>Nephrوديella</i>	Pleurochloridaceae	Chrysophyta	0.29	0.96	<0.001	0.12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 nj
<i>Stephanodiscus parvus</i>	<i>Stephanodiscus</i>	Bacillariophyta	0.35	0.94	<0.001	0.11	n.v.t.	50	29	88	>2005 nj
<i>Anabaena</i>	Anabaenoideae	Cyanobacteria	0.35	0.94	<0.001	0.28	0.5	38	21	67	>2005 nj
<i>Cyanocatena imperfecta</i>	<i>Cyanocatena</i>	Cyanobacteria	0.43	0.90	<0.001	0.10	0.5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 nj
<i>Desmodesmus subspicatus</i>	<i>Desmodesmus</i>	Chlorophyta	0.51	0.86	<0.001	0.14	0.2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 nj
<i>Aphanothece</i>	Aphanotheceideae	Cyanobacteria	0.52	0.86	<0.001	0.11	0.5	22	15	33	>2005 nj

<i>Diplochloris</i>	Chlorophyta incertae sedis	Chlorophyta	0.52	0.86	<0.001	0.32	0.4	247	123	498	>2005 nj
<i>Cyanogranis</i>	Aphanothecoideae	Cyanobacteria	0.56	0.83	<0.001	0.49	0.5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 nj
<i>Pseudodidymocystis lineata</i>	Pseudodidymocystis	Chlorophyta	0.63	0.78	<0.001	0.10	0.4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 nj
Dinophyceae	Dinokaryota	Dinoflagellata	0.73	0.68	<0.001	0.12	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 nj
<i>Trachydiscus</i>	Pleurochloridaceae	Chrysophyta	0.79	0.61	<0.001	0.20	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 nj
<i>Pleurochloridaceae</i>	Mischococcales	Chlorophyta	0.87	0.50	<0.001	0.27	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 nj
<i>Hortobagiella verrucosa</i>	<i>Hortobagiella</i>	Chlorophyta	0.97	0.25	<0.001	0.45	0.4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 nj
<i>Mychonastes [1]</i>	Mychonastaceae	Chlorophyta	0.97	0.23	<0.001	0.29	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>2005 nj

## 4 Conclusies en aanbevelingen

Er kan worden geconcludeerd dat de algengemeenschap is veranderd over de periode 1992-2019, maar dat de plassen ook na de maatregelen nog worden gedomineerd door blauwalgen (hetzij andere taxa). De hogere EKR-score de recente abundante taxa (na 2005) indiceren voor een kleine verbetering in de waterkwaliteit. De algen hebben gemiddeld ook een iets lagere fosfor ( $P_{\text{tot}}$ ) tolerantie in de jaren na 2005 in beide plassen, mits de extreem hoge fosfor tolerantie van het genus *Diplochlois*, niet wordt meegenomen. Deze verandering is mogelijk veroorzaakt door de eerste set maatregelen. Wellicht komt de verlaging niet erg duidelijk naar voren door de uitschieters in de totaal fosfor concentratie die vanaf 2010 zijn gemeten in beide plassen. Het feit dat cyanobacteriën nog altijd de dominante algengroep is, wijst erop dat de plassen nog steeds eutroof zijn (Philips et al., 2013). Dit wordt verder ondersteund door de chlorofyl- $a$  concentraties, die ieder jaar bij beide meetpunten meerdere maanden (ver) boven 10  $\mu\text{g/L}$  lagen (Figuur 3; Philips et al., 2013, Ptacnik et al., 2008). Verder is er vanaf 2005 (na herstel) nog ieder jaar een totaal fosfor concentratie gemeten die ten minste boven de 0.18  $\text{mg/L}$  uitkomt (Figuur 2), wat ook duidt op een eutroof systeem en volgens de KRW-maatlatten bij dit type waterlichaam wordt gezien als ontoereikend (Danilov & Ekelund, 1999; Altenburg et al., 2018). Of de maatregelen die zijn uitgevoerd tussen 2011 en 2018 effectief zijn geweest is onduidelijk omdat er niet genoeg data beschikbaar is na 2018 om een mogelijk effect te kunnen bepalen.

Waarschijnlijk is een van de oorzaken dat de totaal fosfor concentratie slechts tijdelijk is gedaald vlak na de uitvoering van de maatregelen, omdat daarna eutroof water is ingelaten. Op basis van de trend in de algengemeenschap bevelen wij een ecologische systeemanalyse aan die in kaart brengt waar en hoeveel nutriënten het systeem (nog) inkomen, waar de bronnen zitten en hoe de nutriënten zich verspreiden in de Bergse Plassen. Die informatie is nodig om te kunnen bepalen welke maatregelen voor een langere tijdsperiode effectief zouden kunnen zijn om de waterkwaliteit te verbeteren en een meer uitgesproken verschil in de samenstelling van de algengemeenschap bewerkstelligen.



## 5 Literatuur

- Altenburg, W., Arts, G., Baretta-Bekker, J. G., van den Berg, M. S., van den Broek Broek, T., Buskens, R., ... & Evers, C. H. M. (2018). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027*. STOWA.
- Jongman, R.H.G., Braak, C.J.F. ter & O.F.R. van Tongeren, 1995. *Data analysis and landscape ecology*. Cambridge university press.
- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlenn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson G. L., Solymos, P., Henry, M., Stevens, H., Szoecs, E., & Wagner, H. (2019). *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-6. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Phillips, G., Lyche-Solheim, A., Skjelbred, B., Mischke, U., Drakare, S., Free, G., ... & Carvalho, L. (2013). A phytoplankton trophic index to assess the status of lakes for the Water Framework Directive. *Hydrobiologia*, 704(1), 75-95.
- Ptácnik, R., Lepistö, L., Willén, E., Brettum, P., Andersen, T., Rekolainen, S., ... & Carvalho, L. (2008). Quantitative responses of lake phytoplankton to eutrophication in Northern Europe. *Aquatic Ecology*, 42(2), 227-236.
- Danilov, R., & Ekelund, N. G. A. (1999). The efficiency of seven diversity and one similarity indices based on phytoplankton data for assessing the level of eutrophication in lakes in central Sweden. *Science of the total environment*, 234(1-3), 15-23.
- Van den Brink, P. J., & Braak, C. J. T. (1999). Principal response curves: Analysis of time-dependent multivariate responses of biological community to stress. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 18(2), 138-148.
- Waajen, G. W., Faassen, E. J., & Lürling, M. (2014). Eutrophic urban ponds suffer from cyanobacterial blooms: Dutch examples. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(16), 9983-9994.