



# Verkenning statistische analysemethoden waterkwaliteit bebouwd gebied

Periode 2010 - 2015

*Werken met water. Voor nu en later.*

In samenwerking met:

Aquatisch Kenniscentrum Wageningen



## Samenvatting

---

Ten behoeve van een eindrapportage voor de in 2015 af te sluiten signaleringsmonitoring is er bij het waterschap (en in het bijzonder de afdeling Onderzoek & Monitoring) behoefte aan een meer kwantitatieve onderbouwing van inzichten uit de verzamelde data. Het waterschap stelt het volgende nieuwe doel aan de dataset:

*“Kunnen uit de verzamelde gegevens (statistisch onderbouwde) verbanden gehaald worden die inzicht geven in het (ecologisch) functioneren en de daarmee gepaard gaande waterkwaliteit van de onderzochte stadswateren?”*

De dataset is op twee manieren geanalyseerd: via trendanalyse en via multivariate analyse. Beide methoden leidden tot statistische trends cq. relaties, ondanks de betrekkelijk kleine dataset.

De volgende uitspraken konden gemaakt worden op basis van de analyses:

- Voor P zijn de meeste verbeteringen (= dalende trends in de concentraties) aangetroffen, namelijk voor ca. 30% van de locaties;
- Voor twee locaties worden voor zowel N als P verbeteringen geconstateerd over de periode 2010-2015 in de vorm van zeer grote dalende trends, namelijk voor:
  - Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel (uitlaat),
  - Grave, Lovendaalsingel;
- Voor de locatie Grave, Anna van Burenweg wordt een verslechtering geconstateerd in de vorm van een zeer grote stijgende trend in de concentratie P;
- De aangetroffen trends kunnen niet gerelateerd worden aan bepaalde inrichtingsmaatregelen, daarvoor is de oorspronkelijke meetstrategie ten aanzien van het signaleringsdoel ontoereikend.
- Voor P-totaal is een relatie gevonden met blauwalgen. P-totaal verklaarde daarbij 6% van de blauwalgensoortensamenstelling en hun relatieve aandeel binnen het totaal aantal aangetroffen blauwalgen;
- Verder bleek op basis van deze dataset dat in water met hoge concentraties P-totaal meer blauwalgen voorkomen van de soorten *Aphanizomenon* en *Anabaena*.

Dit project heeft geleid tot inzicht in:

- Welk type vragen je niet kunt beantwoorden en welke aanpassingen in de meetstrategie gedaan dienen te worden om dit wel mogelijk te maken;
- Voor welke waterpartijen er een significante verbetering of verslechtering van de waterkwaliteit is ten aanzien van nutriënten;
- Welke relaties er zijn in de verzamelde dataset. De aangetroffen relatie kon op basis van verwachte kennis verwacht worden (= meer blauwalgen bij hogere concentraties P-totaal). Dat is gezien de beperkte dataset toch een mooi resultaat. Daarnaast kwam uit de analyse dat er bij hoge waarden voor P-totaal meer filamenteuze (= draadvormers) blauwalgsoorten worden aangetroffen. Dit is opmerkelijk, omdat in dergelijke situaties in onderzoeken vaker de niet-filamenteuze soort *Microcystis* wordt aangetroffen;
- Wat een multivariate RDA-analyse kan betekenen in de data-analyse en wat de impact is van de meetstrategie, het vastleggen van omgevingsfactoren en missende data.



# Inhoudsopgave

|                                                                |                                                         |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Samenvatting                                                   | 3                                                       |
| Hoofdstuk 1                                                    | Inleiding .....7                                        |
| 1.1                                                            | Aanleiding .....7                                       |
| 1.2                                                            | Informatiebehoefte .....7                               |
| 1.3                                                            | Afbakening .....8                                       |
| 1.4                                                            | Leeswijzer .....8                                       |
| Hoofdstuk 2                                                    | Werkwijze .....9                                        |
| 2.1                                                            | Meetlocaties .....9                                     |
| 2.2                                                            | Beschikbare gegevens .....9                             |
| 2.3                                                            | Methodiek .....10                                       |
| Hoofdstuk 3                                                    | Toestand en trendanalyse .....13                        |
| 3.1                                                            | Blauwalgen .....13                                      |
| 3.2                                                            | Fysisch-chemische waterkwaliteit .....16                |
| 3.3                                                            | Samenvatting bevindingen .....20                        |
| Hoofdstuk 4                                                    | Multivariate analyse .....21                            |
| 4.1                                                            | Relaties .....21                                        |
| 4.2                                                            | Samenvatting bevindingen .....24                        |
| Hoofdstuk 5                                                    | Discussie .....25                                       |
| 5.1                                                            | Beschikbare gegevens .....25                            |
| 5.2                                                            | Trendanalyse .....25                                    |
| 5.3                                                            | RDA-analyse .....26                                     |
| Hoofdstuk 6                                                    | Conclusies en aanbevelingen .....27                     |
| 6.1                                                            | Conclusies .....27                                      |
| 6.2                                                            | Aanbevelingen .....28                                   |
| Informatiebronnen                                              | 29                                                      |
| Bijlage 1: Kaart meetlocaties waterkwaliteit bebouwd gebied    | 31                                                      |
| Bijlage 2: Details meetlocaties bebouwd gebied 2010 - 2015     | 33                                                      |
| Bijlage 3: Referentiekaders voor toestandsbepaling             | 35                                                      |
| Bijlage 4: Toestand per waterpartij in 2015                    | 37                                                      |
| Bijlage 5: Trends per waterpartij over periode 2010-2015       | 39                                                      |
| a                                                              | Tabel toestand 2015 en trend 2010-2015                  |
| b                                                              | Tabel ontwikkeling toestand in de tijd blauwalg, N en P |
| c                                                              | Kaart spreiding toestand en trend over beheergebied     |
| Bijlage 6: Combinatie Toestand & Trends periode 2010-2015      | 41                                                      |
| Bijlage 7: Trendplots van grote tot zeer grote trends          | 51                                                      |
| Bijlage 8: RDA analyse uitgevoerd door AKWA                    | 53                                                      |
| Bijlage 9: Bevindingen advies data-analyse signaleringsmeetnet | 67                                                      |
| colofon                                                        | 69                                                      |



# Hoofdstuk 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Waterschap Aa en Maas voert diverse monitoringstaken uit. Eén daarvan is dat zij vanuit haar zorgtaak wil signaleren wat noodzakelijk is om bijvoorbeeld waterkwaliteitsdoelen te gaan realiseren of op toekomstige ontwikkelingen in te kunnen spelen. Vanuit dit uitgangspunt is in 2009 een monitoring uitgevoerd in meer dan 120 waterpartijen in bebouwd gebied. Dit had in eerste instantie als doel om inzicht te krijgen waar de probleemlocaties liggen om deze vervolgens te prioriteren en deze samen met gemeentes aan te pakken (Engels, 2010 & Van Zuilichem, 2011).

Op basis van deze monitoring zijn in 2011 locaties geselecteerd en inmiddels heringericht of lopen er vergevorderde plannen samen met de gemeenten. Wat betreft de knelpunten bleek blauwalg het grootste knelpunt te zijn ten aanzien van waterkwaliteit. Dit wil niet zeggen dat locaties alleen op basis van hiervan zijn geselecteerd. Veelal speelden er nog andere aspecten een rol die met een negatieve beleving geassocieerd worden door omwonenden. En doorslaggevend was de ambitie en het enthousiasme bij de betreffende gemeentes om de locaties op te knappen.

Vanaf 2012 is op basis van de eerder gemonitorde locaties een meetnet opgesteld waarin een vaste groep van stadswateren verspreid over het beheergebied bemonsterd is op fysisch-chemische waterkwaliteit en blauwalgen (Van Zuilichem, 2012 en 2013). Dit basismetnet dient een representatief beeld te geven van de ontwikkeling van de waterkwaliteit in de meest voorkomende typen water in bebouwd gebied in het beheergebied van het waterschap. Met de kennis uit dit meetnet worden signalen afgegeven richting planvorming (zoals het Waterbeheerplan en Kernteam Water in bebouwd Gebied) en ten behoeve van advisering naar beheer & onderhoud (gemeentes en districten).

Met ingang van de nieuwe waterbeheer planperiode wordt er een nieuwe impuls gegeven aan monitoring van waterkwaliteit in bebouwd gebied (Waterschap Aa en Maas, 2015). Daarmee wordt het signaleringsmeetnet in huidige vorm in 2015 afgerond om vanaf 2016 plaats te maken voor een meetnet waarin meerdere thema's en meetdoelen geïntegreerd zullen zijn.

## 1.2 Informatiebehoefte

Jaarlijks zijn kwalitatieve rapportages opgesteld over de resultaten uit de signaleringsmonitoring, waarin de ontwikkeling in de tijd is geschetst van de waterkwaliteit in bebouwd gebied. Ten behoeve van de eindrapportage voor de in 2015 af te sluiten signaleringsmonitoring is er bij het waterschap behoefte aan een meer kwantitatieve onderbouwing van ontwikkelingen in de waterkwaliteit.

Het waterschap (en in het bijzonder de afdeling Onderzoek & Monitoring) stelt het volgende nieuwe doel aan de verzamelde dataset:

*Kunnen uit de verzamelde gegevens (statistisch onderbouwde) verbanden gehaald worden die inzicht geven in het (ecologisch) functioneren en de daarmee gepaard gaande waterkwaliteit van de onderzochte stadswateren?*

Met de daar onderliggende onderzoeksvragen:

1. Zijn er statistische onderbouwde verbanden tussen de gemeten fysisch-chemische parameters en de abundantie van blauwalgen en eventuele andere biologische parameters of eigenschappen van de waterpartijen?
2. Leidt de statistische analyse van de dataset tot nieuwe inzichten?

### 1.3 Afbakening

- Gerapporteerd wordt over fysisch-chemische waterkwaliteitsgegevens verkregen binnen de periode 2010-2015 binnen het aangegeven projectkader van signaleringsmonitoring;
- Metingen voortvloeiend uit waterkwaliteitsmeldingen (via districtmedewerkers, gemeenten, burgers e.d.) buiten de geplande bemonsteringsdagen zijn meegenomen, mits dit bruikbaar was bij de gekozen analysemethode;
- Het onderzoek beperkt zich tot het waterkwaliteitsprobleem blauwalgen. Onderzoek naar beleving en gezondheid van water, anders dan signalering van blauwalgen (bv. stank, vuil) zijn onvoldoende goed in beeld gebracht en worden daarom niet meegenomen in de analyses;
- Bij blauwalgen is gericht op de soortensamenstelling in het water en niet op het totaal aantal blauwalgen. De reden hiervoor is dat hier naar verwachting meer uit te halen valt, aangezien verschillende algensoorten andere optimale randvoorwaarden stellen aan hun omgeving;
- Er is gedetermineerd op de vijf meest voorkomende potentieel toxische blauwalgsoorten in het beheergebied van waterschap Aa en Maas, namelijk:
  - *Anabaena*,
  - *Planktothrix*,
  - *Aphanizomenon*.,
  - *Microcystis*,
  - *Woronichinia*.

### 1.4 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 beschrijft welke meetlocaties zijn opgenomen in het onderzoek, welke gegevens beschikbaar zijn voor analyse en de motivatie voor de gekozen methoden om de gegevens te analyseren;
- Hoofdstuk 3 presenteert de resultaten van de trendanalyse;
- Hoofdstuk 4 presenteert de resultaten van de statistische analyse uitgevoerd door Aquatisch Kenniscentrum Wageningen;
- In hoofdstuk 5 worden de bevindingen met de trend- en redundantie analyse bediscussieerd;
- Hoofdstuk 6 presenteert de conclusies en aanbevelingen.



## Hoofdstuk 2 Werkwijze

Dit hoofdstuk beschrijft de werkwijze bij het bewerken en analyseren van de projectdata.

### 2.1 Meetlocaties

- Gestreefd is om de locaties gelijkmatig te verdelen over de verschillende districten en plaatsen met veel inwoners in het beheergebied. Plaatsen waar meer stedelijk water voor komt, kunnen daardoor sterker vertegenwoordigd zijn in het meetnet;
- In totaal zijn 28 verschillende waterpartijen opgenomen in het meetnet. [Bijlage 1](#) toont een kaart met daarop de globale ligging van de locaties in het beheergebied van waterschap Aa en Maas;
- De meetlocaties zijn zo gekozen dat alle onderstaande rubrieken vertegenwoordigd zijn:
  - water waar veel gerecreëerd wordt of dat in andere vorm sterk beleefd wordt door gebruikers,
  - viswater,
  - water met en zonder waterkwaliteitsproblemen in periode 2010-2012,
  - wel en geen legger,
  - geïsoleerd of niet-geïsoleerd water.

Daarnaast is een aantal locaties zijn opgenomen die in het bijzonder de aandacht hebben, zoals in- en uitlaatpunten van het stedelijk leggerwatersysteem van Den Bosch, locaties met hoge culturele waarde (stadsgracht Ravenstein), of grote mate van recreatie (IJzeren Vrouw, visvijvers) of om andere reden veel aandacht vanuit de omgeving (zoals de waterpartij bij het NME-Centrum aan Elzeneind in Oss);

- Met viswater wordt bedoeld: een waterpartij die verpacht is aan een visvereniging of waar gevis wordt door particulieren. Het huidige signaleringsmeetnet omvat 14 waterpartijen waar wordt gevis; daarvan zijn er 8 verpacht aan visverenigingen (zie uitgelicht in [bijlage 2](#));
- Niet alle 28 locaties zijn vanaf 2010 opgenomen in het meetnet. Vanaf 2012 heeft het meetnet een stabiele bredere basis gekregen. [Bijlage 2](#) toont de lijst van alle locaties die in de periode 2010-2015 zijn opgenomen in het signaleringsmeetnet. Daarbij zijn op advies van AKWA per locatie een aantal locatie specifieke eigenschappen toegevoegd, die mogelijk een relevante relatie kunnen hebben met het al dan niet vóórkomen van blauwalgen.

### 2.2 Beschikbare gegevens

Per onderzochte waterpartij zijn de volgende fysisch-chemische parameters gemeten:

- |                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| • N-totaal                        | • Ca             |
| • NO <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> | • Cl             |
| • NH <sub>4</sub>                 | • O <sub>2</sub> |
| • P-totaal                        | • T              |
| • oPO <sub>4</sub>                | • pH             |
| • SO <sub>4</sub>                 | • EGV            |

Daarbij zijn de parameters sulfaat, calcium en chloride vanaf 2013 meegenomen in het meetplan op basis van aanbevelingen die voortgekomen zijn uit watersysteemanalyses van enkele waterpartijen die heringericht zijn of gaan worden. Via deze parameters kan de herkomst van het water geduid worden (en iets gezegd worden over de mate van grondwater- of regenwaterinvloed).

Naast deze fysisch-chemische parameters is elk water gescreend op blauwalgen. Daarbij zijn het aantal blauwalgcellen geteld gedifferentieerd naar de vijf meest relevante soortgroepen. Bij aanwezigheid van een drijfslag, is naast de waterkolom ook de drijfslag bemonsterd om de dominante soort(en) te bepalen.

In de jaren 2010 t/m 2012 zijn waterpartijen alleen gescreend op blauwalgen indien daar visueel een aanleiding voor was. Dat er visueel geen verdenking is voor blauwalgen is geen garantie dat er geen hoge aantallen blauwalgen aanwezig zijn in de waterkolom. Daarom is vanaf 2013 elke waterpartij gescreend op blauwalgen, ook al zagen ze er op het oog niet verdacht uit.

Alle parameters genoemd in deze paragraaf zijn 1x per maand bemonsterd in de periode juni – augustus van elk jaar. Soms zijn er aanvullend blauwalganalyses uitgevoerd op basis van meldingen door gemeenten en directe omwonenden of recreanten vanwege verdachte drijfslagen.

## 2.3 Methodiek

Het waterschap heeft aan Aquatisch Kenniscentrum Wageningen (AKWA) om advies gevraagd in hoeverre de opgebouwde dataset binnen het signaleringskader geschikt is statistische onderbouwde trends of verbanden te leggen tussen de gemeten fysisch-chemische parameters en de abundantie en soortensamenstelling van blauwalgen en eventuele andere biologische parameters of eigenschappen van de waterpartijen.

Op basis van de dataset is AKWA gekomen tot de volgende analysemethoden die perspectief bieden (De Senerpont Domis & Lüring, 2015), namelijk:

a) Trends in de tijd:

Per locatie lineaire trends bepalen. Geeft een beeld van de ontwikkeling van een individuele parameter bij een specifieke waterpartij. Geeft geen beeld van onderlinge samenhang van parameters.

b) Relaties tussen verzamelde gegevens en vóórkomen van blauwalgen:

Alleen over de hele dataset om algemeen geldende relaties voor water in bebouwd gebied te analyseren. Te onderzoeken relaties:

- Relaties tussen soortensamenstelling van blauwalgen en nutriënniveau;
- Relaties tussen andere mogelijke stuurfactoren of locatie-specifieke factoren op het vóórkomen van blauwalgen.

Niet mogelijk per individuele waterpartij. Dataset per waterpartij is daarvoor te beperkt. Een upgrade van de dataset met gegevens over bodemsoort, verblijftijd, stagnant/stromend, visvijver ja/nee, etc. is daarbij zeer zinvol.

Beide analysemethoden zijn naast elkaar toegepast. Hieronder volgt een nadere toelichting per onderdeel:

### Trends in de tijd

#### Ontwikkeling concentraties in de tijd

Over alle individuele analyseresultaten is een trendanalyse uitgevoerd. Hierbij is gebruik gemaakt van het programma Trendanalist. Dit programma stelt een aantal minimale eisen aan de data, namelijk:

- Meetwaarden over een periode van minstens 4,5 jaar (periode tussen start en eindwaarden);
- Minstens 5 meetwaarden, of anders minstens drie verschillende jaarwaarden;
- Minder dan 80% gecensureerde waarden in de meetreeks wordt gezet.

Over de overgebleven datareeksen wordt een volgende selectieprocedure uitgevoerd, waarbij per meetreeks wordt bepaald welke type trendtoets<sup>1</sup> het best uitgevoerd kan worden.

Voor de technische achtergrond over deze selectieprocedure wordt verwezen naar de handleiding van het statistische rekenprogramma Trendanalist (Baggelaar & Van der Meulen, 2014).

#### Ontwikkeling toestand in de tijd

Naast een statistische analyse van de ontwikkeling in de tijd van de concentraties van de onderzochte parameters, is per parameter ook gekeken naar de ontwikkeling in de tijd van de toestand. [Bijlage 3](#) toont de referentiekaders die gebruikt zijn om de toestand van betreffende parameter te bepalen.

De toestand van de getoetste parameters zijn in tabelvorm gepresenteerd, waarbij per jaar de toestand voor betreffende parameter is getoond. Omdat van de gemeten parameters het nutriënniveau als belangrijkste stuurfactor wordt gezien, ligt de focus in de presentatie van de gegevens op N-totaal, P-totaal en blauwalgen.

---

<sup>1</sup> Mann-Kendall of lineaire regressie al dan niet met verdiscontering seizoenseffecten en/of auto-correlatie

## Relaties tussen (soortensamenstelling van) blauwalgen en nutriënteniveau

### Gebruikte statistiek

Voor de evaluatie van de effecten nutriëntengehaltes en een aantal mogelijke stuurfactoren op de soortensamenstelling en abundantie van blauwalgen in wateren in bebouwd gebied is gebruik gemaakt van een vorm van multivariate statistiek, te weten: Redundantie Analyse ofwel RDA. RDA is wiskundig verwant aan de canonische analyse, en combineert regressieanalyse met hoofdcomponentenanalyse.

RDA is een statistische procedure voor het bepalen van het gedeelte van de totale variantie in een set van responsvariabelen dat verklaard kan worden door een lineaire combinatie van predictorvariabelen. Het is een techniek die veel wordt gebruikt voor het maken van een voorspellend model op basis van omgevingsfactoren of behandelingen voor de samenstelling van soorten. Als responsvariabele is getest de soortensamenstelling van blauwalgen op basis van aantallen per ml. Zo wordt dus zowel de aanwezigheid(soortensamenstelling) als de relatieve bijdrage van de blauwalgenprobleemsoorten aan de totale hoeveelheid blauwalgenprobleemsoorten (relatieve abundantie) meegenomen. Zowel individuele meetpunten door de tijd, als data geaggregeerd per locatie zijn gebruikt als uitgangspunt voor de analyses. Voorafgaand aan de analyses zijn de data Hellinger-getransformeerd. Dit is een veelgebruikte datatransformatie voor matrices met species abundantie data, die een lagere weging geeft aan speciesvariabelen die veel nullen of lage waarden hebben (De Senerpont Domis, 2015).

### Datavoorbereiding

Voor de datavoorbereiding is gebruik gemaakt van een Excel workbook waarin de gegevens van de signaleringscampagne zijn opgenomen. Deze database is opgeschoond door de meetpunten te verwijderen waarop niet zowel nutriënten als blauwalgensoortensamenstelling is gemeten. Daarnaast zijn onjuiste waarden (-9999) verwijderd. Alle missende waarden zijn gehercodeerd naar NA (Not Available). Voor de verschillende analyse die hieronder beknopt beschreven zijn, is de database op verschillende manieren gepartitioneerd en/of geaggregeerd (De Senerpont Domis, 2015).

A. Analyse aan de hand van individuele meetpunten in de tijd, totale dataset:

Stap 1: Het effect van nutriëntengehaltes ongecorrigeerd voor plaats en tijd

Stap 2: Het effect van tijd ongecorrigeerd voor meetlocatie en nutriëntengehaltes

Stap 3: Het effect van meetlocatie ongecorrigeerd voor tijd en nutriëntengehaltes

Stap 4: Testen van een globaal model van nutriëntengehaltes, tijd en meetlocatie

B. Analyse van de factoren jaar en maand op blauwalgensoortensamenstelling en abundantie aan de hand van individuele meetpunten in de tijd, subset data:

Stap 1: Testen van een interactief effect tussen meetjaar en meetmaand op blauwalgensoortensamenstelling en abundantie

Stap 2: Testen van een het effect van meetmaand op blauwalgensoortensamenstelling en abundantie

Stap 3: Testen van een het effect van meetjaar op blauwalgensoortensamenstelling en abundantie

C. Analyses over de invloed van nutriëntengehaltes op blauwalgensoortensamenstelling op basis van site gemiddelden:

Stap 1: Het effect van nutriëntengehaltes

Stap 2: Het effect van overige mogelijke stuurfactoren

Stap 3: Het effect van locatie specifieke factoren

Stap 4: Globaal model met alle significante variabelen

**Bijlage 8** is een uitgebreide uiteenzetting van de datavoorbereiding en de RDA-analyses gegeven. Bij elke analyse is beschreven wat voor soort partitie of aggregatie is gebruikt.

Alle statistische testen zijn uitgevoerd met behulp van R package pakketten Ade4, Packfor, Vegan, PCNM, en AEM (<https://www.r-project.org>).

*N.B.:*

*Bij een RDA-analyse van datasets van milieugegevens is het vinden van sterke relaties tussen predictorvariabelen en responsvariabelen vaak lastig. In dergelijke datasets is het al behoorlijk wat als een bepaalde predictorvariabele voor minimaal 10% de variatie van de responsvariabele bepaald.*



## Hoofdstuk 3 Toestand en trendanalyse

Dit hoofdstuk presenteert de resultaten van de toestand en trendanalyse van de waterpartijen uit het signaleringsmeetnet in bebouwd gebied over de periode 2010 - 2015. In onderstaande paragrafen worden de belangrijkste bevindingen op basis van de toestand en trendanalyse uitgelicht.

[Bijlage 4](#) toont een totaaloverzicht van de toestand per waterpartij voor het meest recente meetjaar (in de regel 2015). Op basis van de eisen waaraan een datareeks dient te voldoen bleek voor 16 van de 28 locaties voor één of meerdere parameters een trendanalyse uitgevoerd te kunnen worden. In [bijlage 5](#) is te zien om welke locaties het gaat. [Bijlage 6](#) toont een combinatie van de toestand en trend. Daarnaast is de ontwikkeling van de toestand in de tijd gegeven. In [bijlage 7](#) is voor elke grote tot zeer grote trend een trendplot getoond.

### 3.1 Blauwalgen

#### Toestand

Voor 7 locaties is er sprake van de slechtste klasse blauwalgen (figuur 1). Ofwel: in bijna 30% van de onderzochte locaties zijn meer dan 100.000 n/ml blauwalgen (= blauwalgenbloei) aangetroffen.

#### Trend

Het was nauwelijks mogelijk om trends te bepalen voor het aantal blauwalgen. De beschikbare datareeksen van individuele metingen per locatie vertoonden daarvoor te veel variatie. De enige locatie waar een trend aangetoond kon worden, was bij het Ven in Veghel. Uit statistische analyse blijkt dat hier sprake van een zeer grote dalende trend voor blauwalgen.

Deze trend wordt grotendeels veroorzaakt door een afname van de soort *Woronichinia spp.* Figuur 2 toont de (verandering in de) samenstelling van blauwalgen in watermonsters uit Het Ven, waarin de afname van het vóórkomen van *Woronichinia spp.* is te zien over de periode 2010-2015. Wat de oorzaak van de verschuiving (met name de afname) voor *Woronichinia spp.* is, is niet bekend. Mogelijk dat in 2010 en 2011 de concentraties fosfor en stikstof anders zijn geweest ten opzichte van de jaren erna. Echter, er zijn in deze waterpartij in deze jaren geen nutriënten geanalyseerd.

Wanneer naar de ontwikkeling van de toestand in de tijd wordt gekeken ([bijlage 6](#)), dan is te zien dat de locaties die in 2015 slecht scoren in de regel locaties zijn waar jaarlijks sprake is van de slechtste toestandsklasse.

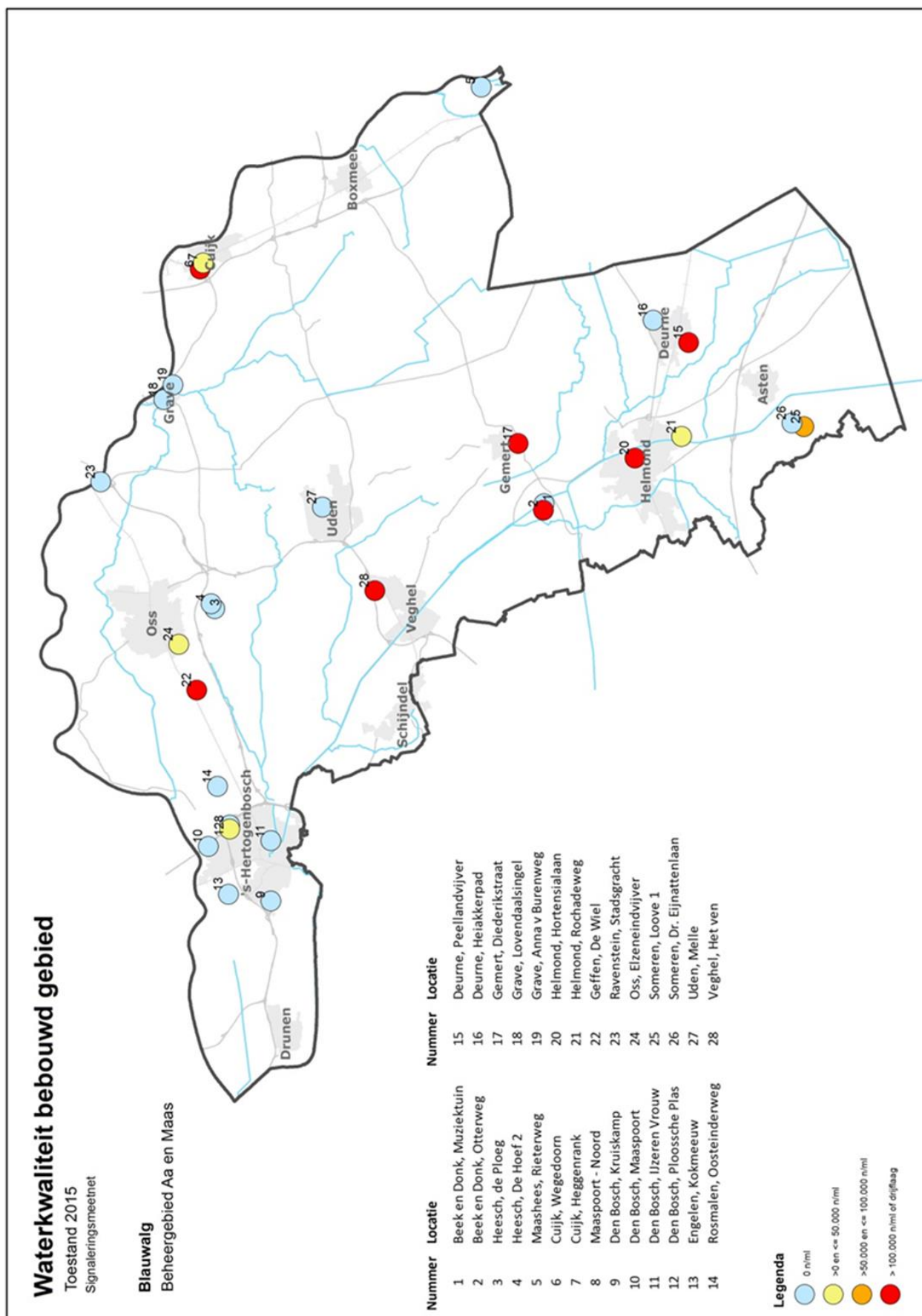


Fig. 1: Overzicht van de toestand van water in bebouwd gebied uit signaleringsmeetnet ten aanzien van blauwalg

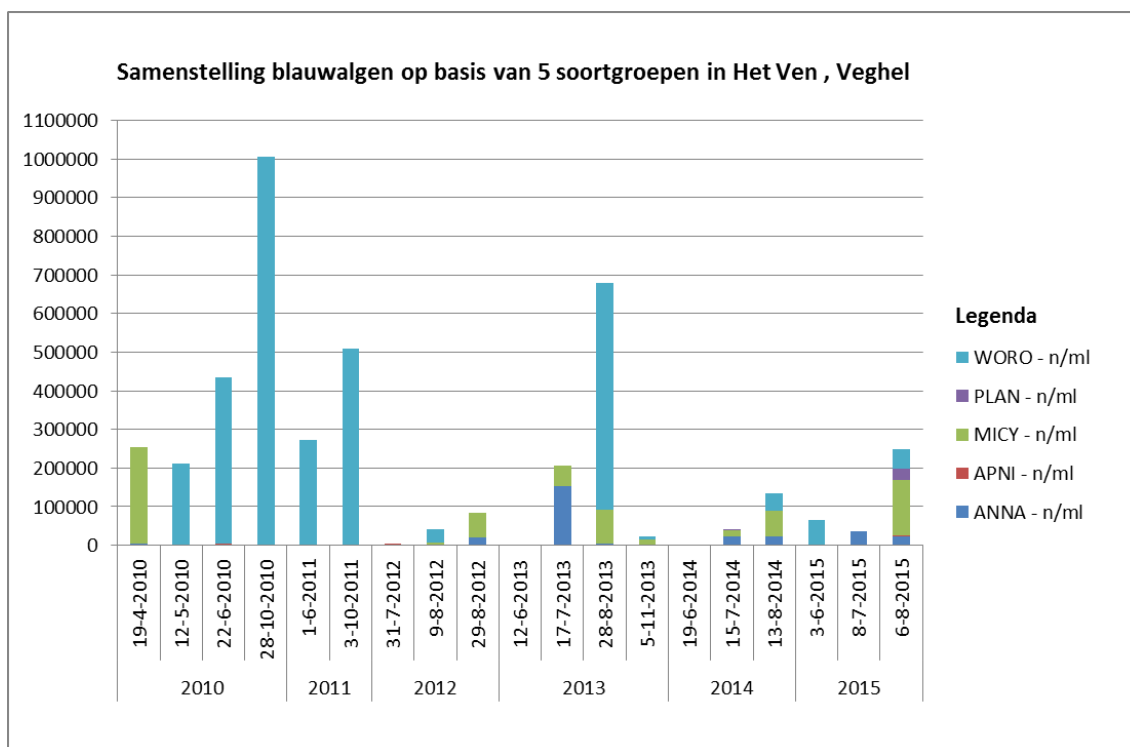


Fig. 2: Soortsamenstelling blauwalgen in Het Ven over de periode 2010-2015 op basis van steekmonsters.

## 3.2 Fysisch-chemische waterkwaliteit

### P-totaal

#### Toestand

In bijna 60% van de onderzochte waterpartijen is de concentratie P-totaal in 2015 ontoereikend of slecht. Locaties waar in 2015 de waterkwaliteit ontoereikend of slechts is, blijken vrijwel altijd in de jaren ervoor ook een ontoereikende of slechte waterkwaliteit te hebben.

#### Trend

Voor 8 waterpartijen (= ca. 30%) werd een significante, dalende of stijgende trend gevonden voor de concentratie P-totaal (fig. 4). In tabel 1 zijn alle locaties met een stijgende of dalende trend voor P-totaal uit het totaaloverzicht in [bijlage 6](#) opgenomen. In [bijlage 7](#) is voor elke trend uit tabel 1 een trendplot gegeven.

Tabel 1: Locaties uit het signaleringsmeetnet water bebouwd gebied met een dalende of stijgende trend voor P-totaal in de periode 2010-2015, trends bepaald met Trendanalist 5, versie 30 oktober (2014 5.0.16)

| Gemeente  | Locatie                                     | Meetpunt   | Periode trend (aantal jaar) | Jaar toestand | Ptot     |
|-----------|---------------------------------------------|------------|-----------------------------|---------------|----------|
| Bernheze  | Heesch, De Ploeg                            | oSTHEES002 | 6                           | 2015          | - 16,9 % |
| Boxmeer   | Maashees, Rieterweg                         | oSTMAHE000 | 5                           | 2015          | - 31,1 % |
| Den Bosch | Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel (uitlaat) | oSTDENB011 | 5                           | 2015          | -59,9 %  |
| Den Bosch | Rosmalen, Oosteinderweg                     | oSTDENB077 | 6                           | 2015          | - 25,4 % |
| Grave     | Grave, Lovendaalsingel                      | oSTGRAV000 | 6                           | 2015          | -28,9 %  |
| Grave     | Grave, Vijver Anna van Burenweg             | oSTGRAV001 | 5                           | 2015          | + 50,5 % |
| Helmond   | Helmond, Rochadeweg en Stipdonkseweg        | oSTHELM020 | 5 (6)*                      | 2015          | -17,5 %  |
| Someren   | Someren, Dr. Eijnattenlaan                  | oSTSOME003 | 6                           | 2015          | - 24,5 % |

\*: In 2014 is op andere plek in waterpartij bemonsterd vanwege het kunnen meten van waterdiepte. Meetjaar is buiten meetreeks gehouden voor trendanalyse.

#### Legenda

##### Trend

|               |                                                     |
|---------------|-----------------------------------------------------|
| ≤ 1%          | Geen tot zeer kleine trend                          |
| > 1% - ≤ 5%   | Kleine trend                                        |
| > 5% - ≤ 10%  | Matige trend                                        |
| > 10% - ≤ 25% | Grote trend                                         |
| > 25%         | Zeer grote trend                                    |
|               | Geen trendanalyse mogelijk op beschikbare meetreeks |

##### Toestand Ptot (ZHG)

|                       |
|-----------------------|
| ≤ 0,15 mg/l           |
| > 0,15 en ≤ 0,30 mg/l |
| > 0,30 mg/l           |

Voor 7 waterpartijen is er sprake van een grote tot zeer grote dalende trend voor P-totaal. Drie van deze waterpartijen betroffen locaties waar recent inrichtingsmaatregelen zijn uitgevoerd om onder meer een overmatige ontwikkeling van blauwalgen te voorkomen, namelijk:

- De Ploeg in Heesch (2009),
- Rochadeweg/Stipdonkse weg (2011, 2012 en 2015);
- Dr. Eijnattenlaan in Someren (2014).

In hoeverre de waargenomen trend een effect is van de maatregelen is op basis van deze analyse niet te beoordelen. Daartoe dient een ander soort meetstrategie en bijbehorende dataset opgebouwd te worden (b.v.: monitoring van de nul-situatie en enkele jaren na de ingreep).

In elk geval is de daling bij de Dr. Eijnattenlaan al ingezet in 2012 en dus vóór de heinrichting.

Voor één locatie is er sprake van een zeer grote stijgende trend voor P-totaal, namelijk voor de vijver Anna van Burenweg in Grave. Het is niet bekend wat de oorzaak is van deze stijging van de concentratie P-totaal. Tegelijkertijd nemen de concentraties N-totaal niet toe (figuur 3a).

In de figuren 3b en c is te zien dat de meeste stikstof in gebonden vorm aanwezig is. Fosfor daarentegen is vooral in opgeloste vorm (in de vorm van ortho-fosfaat) aanwezig.

Deze vijver is verpacht aan een visvereniging. Een mogelijke verklaring voor de stijging van P-totaal kan liggen in het feit dat in de vijver er in de loop van de jaren meer bodemwoelende vissen zijn gekomen, waardoor er fosfaat uit de waterbodem wordt vrijgemaakt. Aangezien er geen gegevens beschikbaar zijn van de visstand, is deze verklaring niet hard te maken en blijft het een theoretische.



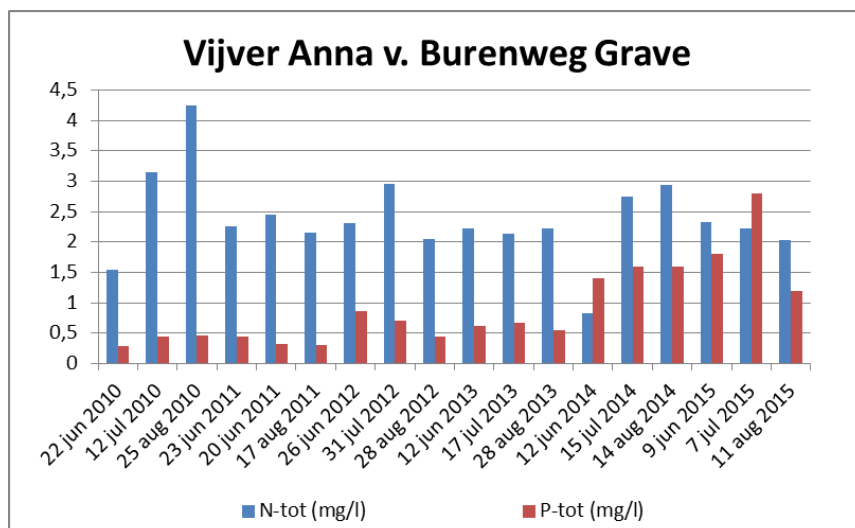


Fig. 3a: Ontwikkeling concentraties N- en P-totaal in vijver Anna van Burenweg

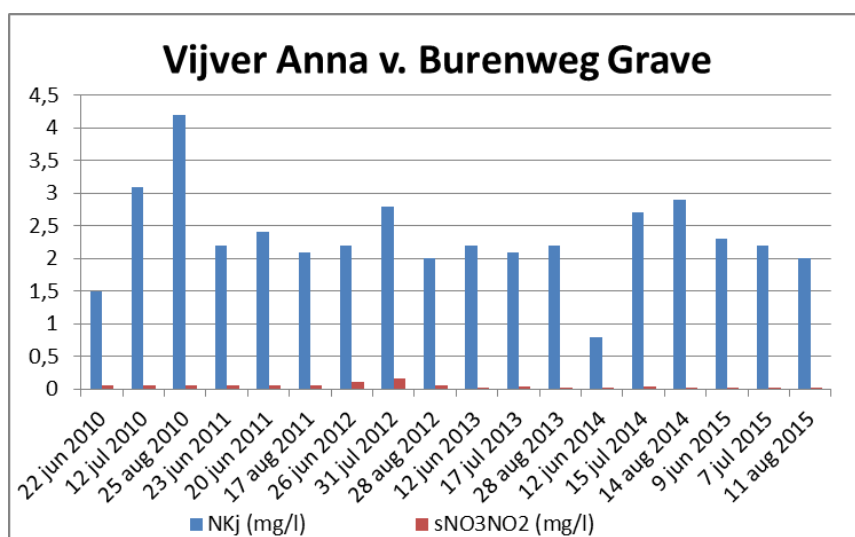


Fig. 3b: Ontwikkeling concentraties N kjeldahl en som  $\text{NO}_3\text{NO}_2$  in vijver Anna van Burenweg

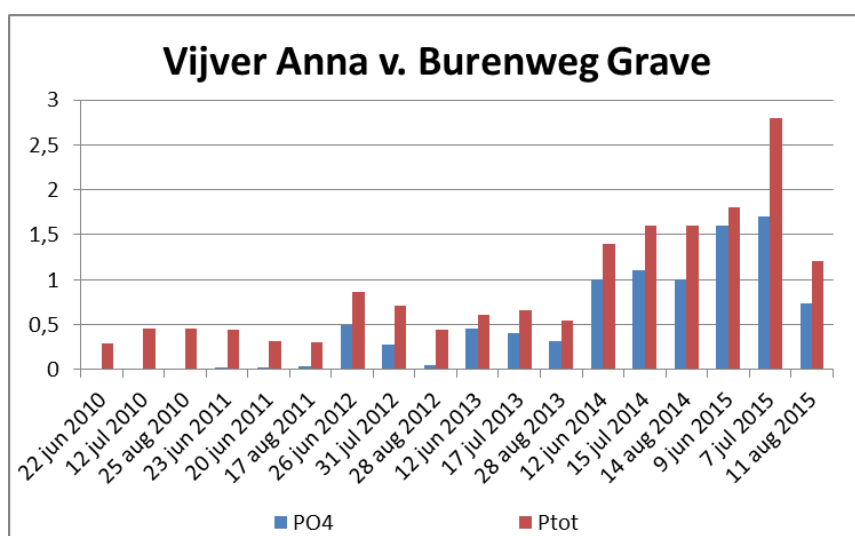


Fig. 3c: Ontwikkeling concentraties  $\text{oPO}_4$  en P-totaal in vijver Anna van Burenweg

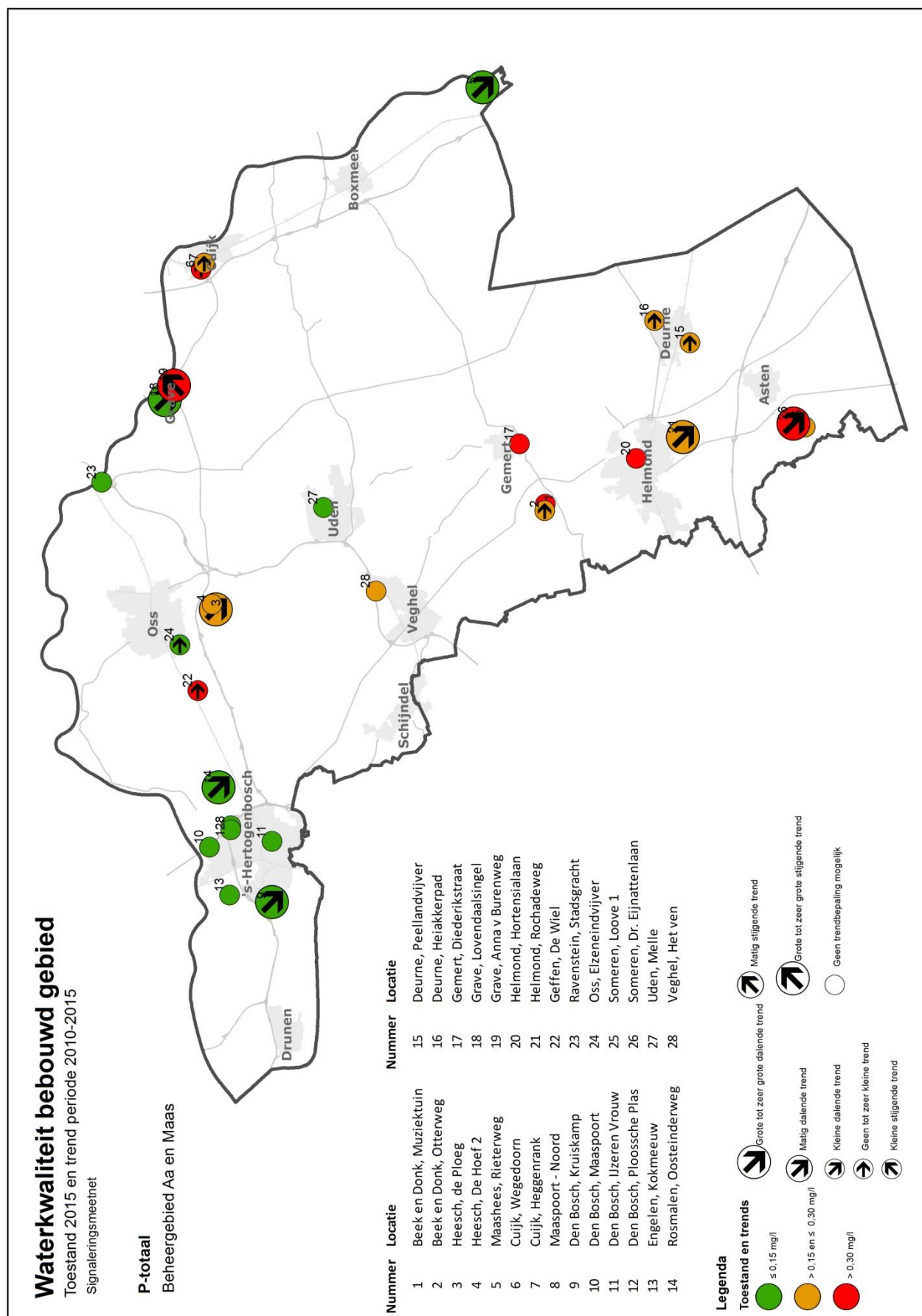


Fig. 4: Overzicht van de toestand van water in bebouwd gebied uit signaleringsmeetnet ten aanzien van fosfor

## N-totaal

### Toestand

De waterpartijen in het signaleringsmeetnet zijn over het algemeen eerder rijk aan P dan aan N. In bijna 20% van de onderzochte waterpartijen is de waterkwaliteit ontoereikend voor N-totaal. Het beeld dat bij P-totaal werd gezien, dat locaties met een ontoereikende of slechte waterkwaliteit vrijwel altijd in de jaren ervoor ook ontoereikend of slecht zijn, komt bij N-totaal minder duidelijk naar voren. Vooral in 2015 is het jaar dat de meeste waterpartijen een goede waterkwaliteit hebben ten aanzien van N.

### Trend

Er werden geen stijgende of dalende trends aangetroffen ten aanzien van de concentraties N-totaal. Wel zijn enkele grote tot zeer grote significante, dalende trends gevonden voor N-kjeldahl (tabel 2).<sup>2</sup> Wanneer naar de ontwikkeling van de toestand in de tijd voor N-totaal wordt gekeken, dan lijkt er voor de drie locaties een verbeterende lijn te zitten (= dalende trends).

Tabel 2: Locaties uit het signaleringsmeetnet water bebouwd gebied met een trend voor N-kjeldahl in de periode 2010-2015, trends bepaald met Trendanalist 5, versie 30 oktober (2014 5.0.16)

| Gemeente  | Locatie                    | MEPAN      | NKj [mg/l][N] |
|-----------|----------------------------|------------|---------------|
|           |                            |            | mg/l          |
| Den Bosch | Rosmalen, Oosteinderweg    | oSTDENB077 | -11,3%        |
| Grave     | Grave, Lovendaalsingel     | oSTGRAV000 | -27,2%        |
| Someren   | Someren, Dr. Eijnattenlaan | oSTSOME003 | -24,8%        |

#### Oordeel trend

|               |                            |
|---------------|----------------------------|
| ≤ 1%          | Geen tot zeer kleine trend |
| > 1% - ≤ 5%   | Kleine trend               |
| > 5% - ≤ 10%  | Matige trend               |
| > 10% - ≤ 25% | Grote trend                |
| > 25%         | Zeer grote trend           |

## Overige trends

Van de overige gemonitorde parameters zijn enkele trends gevonden voor geleidend vermogen, ammonium, zuurstof, pH, temperatuur, som nitraat/nitriet en sulfaat.

In tabellen 3 a t/m c zijn locaties uitgelicht waarvoor minimaal 3 parameters een stijgende en/of dalende trend is geconstateerd.

Voor de locaties Kruiskamp Rijckevorsel en Lovendaalsingel is voor (een deel van) de nutriënten een dalende trend geconstateerd. Dit zijn de enige waterpartijen uit het signaleringsmeetnet waar zowel voor N als P de waterkwaliteit een verbetering laat zien.

Voor de locatie Anna van Burenweg worden, naast geen trend, alleen stijgende trends geconstateerd. Een stijgende trend (= stijgende concentratie) wil niet altijd zeggen dat dit een negatieve ontwikkeling is. Voor zuurstof is een stijgende trend op zich een positieve ontwikkeling. De stijgende trend voor pH is slechts klein. De stijging in zuurstof en pH kan een gevolg zijn van de aanwezigheid van grote hoeveelheden algen, waardoor de stijgende trends toch ook als een negatieve ontwikkeling aangemerkt kunnen worden.

<sup>2</sup> N-kjeldahl is de som van organisch stikstof, ammoniak (NH<sub>3</sub>) en ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) in het watermonster. N-totaal is een optelling van N-kjeldahl en de som NO<sub>3</sub>NO<sub>2</sub>.

Tabel 3: Locaties uit het signaleringsmeetnet water bebouwd gebied met minimaal drie stijgende en/of dalende trends voor de onderzochte fysisch-chemische parameters in de periode 2010-2015, trends bepaald met Trendanalist 5, versie 30 oktober (2014 5.0.16)

a: Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel (uitlaat)

| Parameter         | Trend  |
|-------------------|--------|
| NH4 [mg/l][N]     | -38,6% |
| Ptot [mg/l][P]    | -59,9% |
| sNO3NO2 [mg/l][N] | -40,4% |
| SO4 [mg/l]        | -8,5%  |
| T [°C]            | 9,0%   |

b: Grave, Lovendaalsingel

| Parameter      | Trend  |
|----------------|--------|
| GELDHD [mS/m]  | -4,5%  |
| NKj [mg/l][N]  | -27,2% |
| Ptot [mg/l][P] | -28,9% |

c: Grave, Vijver Anna van Burenweg

| Parameter      | Trend |
|----------------|-------|
| O2 [mg/l]      | 6,6%  |
| pH             | 2,4%  |
| Ptot [mg/l][P] | 50,5% |

#### Oordeel trend

|               |                            |
|---------------|----------------------------|
| ≤ 1%          | Geen tot zeer kleine trend |
| > 1% - ≤ 5%   | Kleine trend               |
| > 5% - ≤ 10%  | Matige trend               |
| > 10% - ≤ 25% | Grote trend                |
| > 25%         | Zeer grote trend           |

### 3.3 Samenvatting bevindingen

- De toestand voor stikstof is over alle onderzochte locaties gezien beter dan de toestand voor fosfor;
- Voor fosfor worden wel de meeste dalende trends (verbeteringen) aangetroffen, namelijk voor ca. 30% van de locaties;
- Voor twee locaties worden voor minimaal drie parameters dalende trends gezien, met name voor nutriënten. Hiermee kan geconcludeerd worden dat de waterkwaliteit ten aanzien van nutriënten voor deze locaties is verbeterd. Het betreffen de locaties:
  - Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel (uitlaat),
  - Grave, Lovendaalsingel;
- Voor één locatie worden voor minimaal drie parameters stijgende trends gezien. Met name de zeer grote stijgende trend voor fosfor is een sterk signaal dat de waterkwaliteit op deze locatie verslechtert. Het betreft de locatie:
  - Grave, Anna van Burenweg;
- Voor locatie Het Ven in Veghel werd een dalende trend voor blauwalgen aangetroffen. Dit lijkt vooral bepaald door een verandering in de soortensamenstelling op deze locatie (= een sterke afname van de abundantie van *Woronichinia*). Wat de achterliggende oorzaak hiervan is, is niet duidelijk;
- De aangetroffen trends kunnen niet gerelateerd worden aan bepaalde inrichtingsmaatregelen, daarvoor is de oorspronkelijke meetstrategie ten aanzien van het signaleringsdoel ontoereikend.

## Hoofdstuk 4 Multivariate analyse

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste bevindingen op basis van de multivariate analyse uitgelicht. [Bijlage 8](#) beschrijft de wijze waarop de dataset is voorbereid en hoe RDA-analyses zijn uitgevoerd met de bijbehorende tussenproducten (De Senerpont Domis, 2015).

### 4.1 Relaties

De relaties tussen fysisch-chemische parameters en blauwalgensoortensamenstelling zijn in de dataset is op twee manieren bekeken:

- Over alle individuele monsters;
- Over gemiddelde waarden van alle monsters per waterpartij.

De tweede mogelijkheid is geoorloofd, omdat uit een aanvullende MANOVA-analyse volgt dat er geen significante invloed is van jaar en maand (incl. de interactie maand-jaar) op de relatieve abundantie en soortensamenstelling van blauwalgen. Dit betekent dat - tenminste in de beperkte dataset uit de signaleringsmonitoring - er geen ruis is op de analyse door jaar en meetmaand.

De analyse van mogelijke relaties tussen omgevingsfactoren en blauwalgsamenstelling is toegepast op de dataset waarbij per waterpartij per parameter alle metingen gemiddeld zijn.

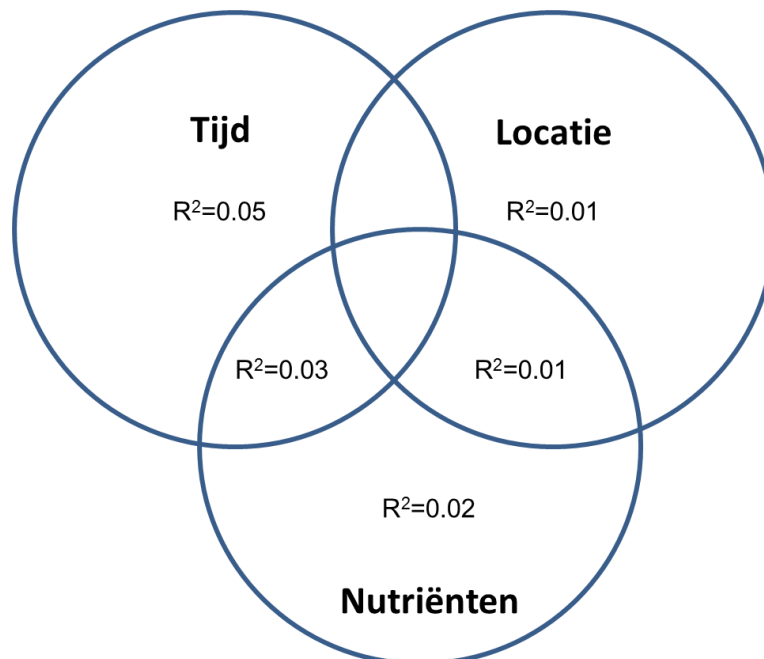
#### Analyse van individuele tijdpunten in de signaleringsdataset

Wanneer gekeken wordt over alle individuele monsters waar zowel resultaten van nutriënten als blauwalgen beschikbaar zijn, dan waren alleen de parameters N-totaal, P-totaal en de som  $\text{NO}_3\text{NO}_2$  relevant om te beschouwen. De overige meetreeksen bleken namelijk gaten te vertonen.

Van de genoemde parameters bleek alleen een significante invloed van de concentratie stikstof (totaal N en de som  $\text{NO}_3\text{NO}_2$ ) op de blauwalgsoortensamenstelling en de relatieve abundantie.

Ze verklaren slecht 2% van de variantie in blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie, wanneer gecorrigeerd wordt voor meetlocatie en meettijd (jaar en maand). In figuur 5 wordt dit visueel in beeld gebracht hoe dit zich verhoudt tot de variabelen tijd en locatie.

Het ontbreken van regelmaat in de meetcampagne (De Senerpont Domis & Lüring, 2015) zorgt waarschijnlijk voor veel ruis op de data, waardoor het vinden van sterke relaties lastig wordt.



Figuur 5: Variantie partitionering diagram van een RDA analyse waarin het effect van de variabelen tijd, locatie en nutriënten (N-tot en soms  $\text{NO}_3\text{NO}_2$ ) wordt getest op de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie. De buitenste ringen geven de unieke variantie die door elke variabele afzonderlijk verklaard wordt, in de binnenste ringen de overlap in variantieverklaring die 2 of meer variabelen verklaren. Variantiecoëfficiënten ( $R^2$ ) kleiner of gelijk aan nul worden niet getoond.

## Analyses van de signaleringsdataset geaggregeerd naar waterpartijen

### Fysisch-chemische parameters

Wanneer gekeken wordt naar de dataset samengesteld uit per waterpartij de gemiddelden waarden per parameter, dan blijkt uit voorwaartse selectie dat van de nutriënten alleen P-totaal een significante relatie heeft met de blauwalgen. P-totaal verklaart 6% van de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie (tabel 4).

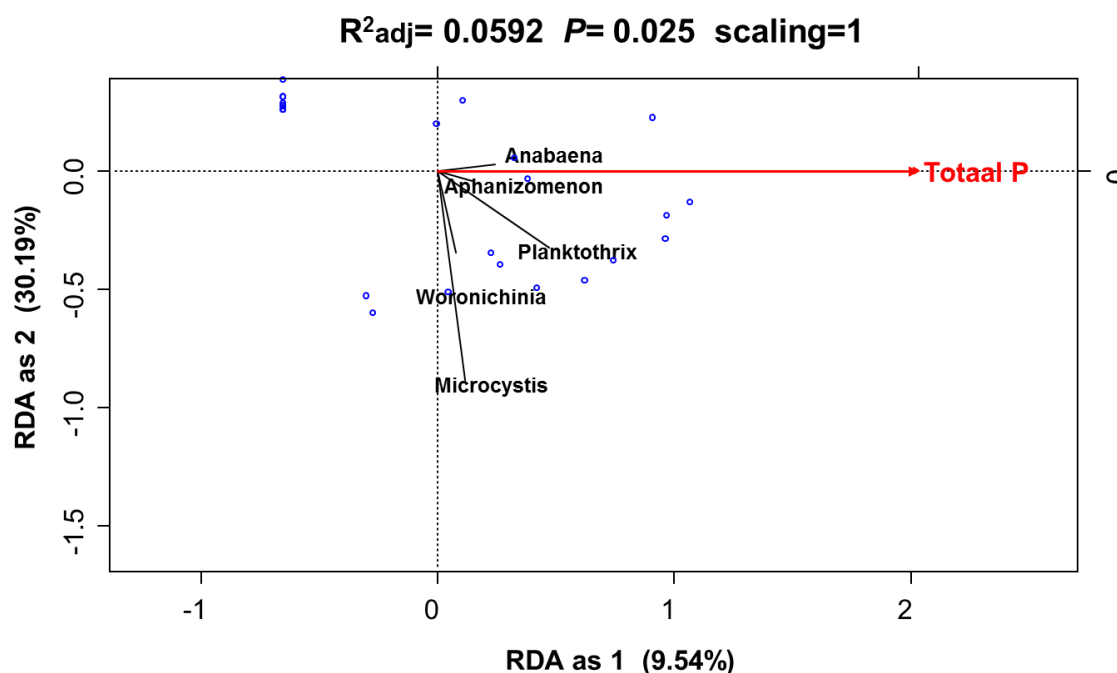
Wanneer een globaal model wordt getest met alle nutriënten is dit model niet significant.

Tabel4: Resultaat van RDA met predictorvariabelen Totaal P (Ptot). Het model heeft een  $R^2=0.09538813$  en een  $R^2_{adj}=0.05920366$

|           | df | Variance | F      | Pr(>F)   |
|-----------|----|----------|--------|----------|
| Model     | 1  | 0.04178  | 2.6362 | 0.0209 * |
| Residuals | 25 | 0.39623  |        |          |

Signif. codes: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Verder bleek dat in wateren met hoge gehalten P-totaal in de waterkolom meer blauwalgen van de soort *Aphanizomenon* en *Anabaena* voorkomen. Figuur 6 laat zien dat met name de soorten *Anabaena* en *Aphanizomenon* toenemen als de hoeveelheid P-totaal in de waterkolom toeneemt. P-totaal heeft daarentegen nauwelijks een relatie met het voorkomen van de soort *Microcystis*.



Figuur 6: RDA ordinantieplot geschaald naar soorten, de rode pijl laat de invloed van P-totaal in de waterkolom zien op blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie.

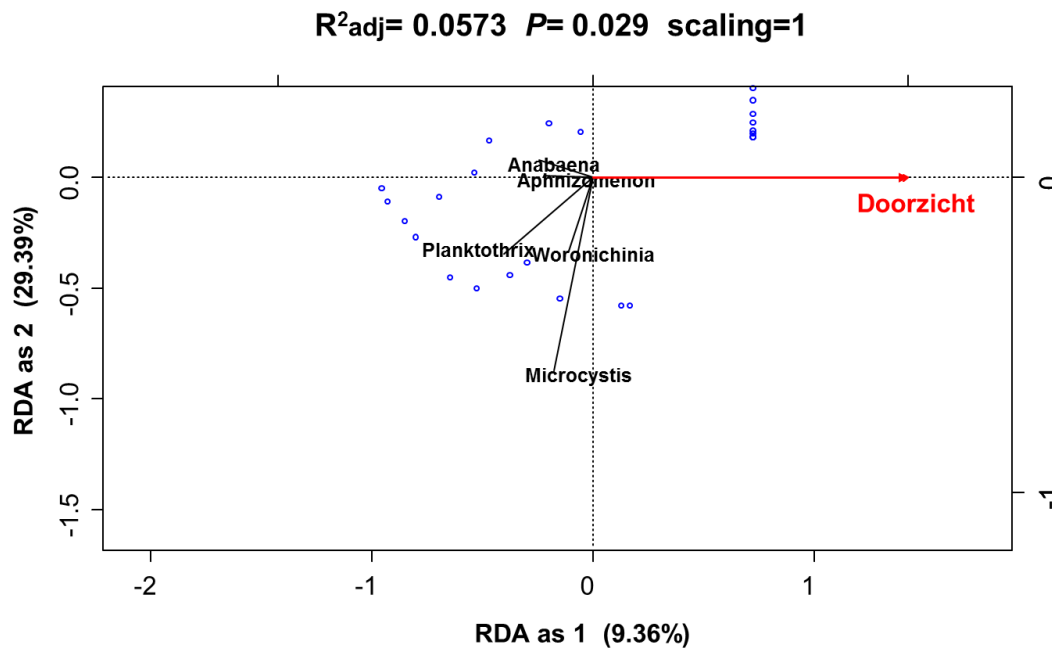
Naast nutriënten, is ook gekeken naar relaties tussen relatieve abundantie en soortensamenstelling van blauwalgen enerzijds en anderzijds respectievelijk diepte, zuurgraad, geleidendheid, zuurstofgehalte en doorzicht. Voorwaartse selectie van deze dataset van overige variabelen, leidt tot selectie van doorzicht. Alleen deze parameter liet een significante relatie laten zien met blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie. Doorzicht verklaart 6% (tabel 5).

Tabel 5: Resultaat van RDA met predictorvariabele Doorzicht. Het model heeft een  $R^2 = 0.09358118$  en een  $R^2_{adj} = 0.05732442$

|           | df | Variance | F      | Pr(>F)    |
|-----------|----|----------|--------|-----------|
| Model     | 1  | 0.04099  | 2.5811 | 0.02864 * |
| Residuals | 25 | 0.39702  |        |           |

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figuur 7 laat zien dat met name de soorten *Anabaena* en *Aphanizomenon* toenemen als het doorzicht afneemt. Doorzicht heeft daarentegen nauwelijks een relatie met het voorkomen van *Microcystis* en ook vrijwel niet met *Planktothrix* en *Woronichinia*. Dit is opmerkelijk, omdat in dergelijke situaties in onderzoeken vaker de niet-filamenteuze soort *Microcystis* wordt aangetroffen;



Figuur 7: RDA ordinantie met predictorvariabele Doorzicht geschaald naar soorten, de rode pijl laat de invloed van doorzicht zien op de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie

Wanneer een model met de significante variabelen uit voorgaande analysestappen wordt getest, te weten P-totaal in de waterkolom en doorzicht, levert alleen P-totaal een significante bijdrage aan het model. Dit model verklaart 5% van de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie (tabel 6). Doordat P-totaal en doorzicht sterk gecorreleerd zijn, verklaren deze variabele beide hetzelfde gedeelte van de variantie in blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie.

Zoals tabel 4 maar ook figuur 6 laat zien (langere rode pijl dan bij doorzicht in figuur 7) is een model dat alleen uit P-totaal bestaat het model dat het meest van de variantie verklaart.

Tabel 6: Resultaat van RDA met predictorvariabelen P-totaal in de waterkolom, en Doorzicht. Het model heeft een  $R^2 = 0.1249786$  en een  $R^2_{adj} = 0.05206019$

|           | df | Variance | F      | Pr(>F) |
|-----------|----|----------|--------|--------|
| Ptot      | 1  | 0.04178  | 2.6163 | 0.02 * |
| Doorzicht | 1  | 0.01296  | 0.8116 | 0.54   |
| Residuals | 23 | 0.34095  |        |        |

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

## Omgevingsfactoren

In totaal zijn er per waterpartij 10 omgevingsfactoren meegegeven, namelijk:

- Viswater of niet,
- Oppervlakte,
- Strijklengte,
- Kwelgevoed / wegzijging,
- Leggerwaterloop of niet,
- Bodemtype/grondsoort,
- Wel of niet geïsoleerd,
- Aanwezigheid overstort,
- Type overstort,
- Wel of geen ingreepmaatregelen uitgevoerd in de periode 2010-2015.

Het aantal omgevingsfactoren in relatie tot het aantal waterpartijen in het meetnet is (te) groot. Wanneer deze allemaal meegenomen zouden worden in een RDA-model, dan leidt dit tot zogenaamde overpartitionering (te veel versnippering van de dataset in subgroepjes). De kans om significante relaties aan te tonen wordt daarmee verkleind, m.n. in een beperkte dataset. Daarom is een keuze gemaakt in de naar verwachting meest relevante omgevingsfactoren in relatie tot blauwalgen. Ook is binnen een omgevingsfactor de variatie verkleind (zoals bij bodemsoort: wel of geen zand in plaats van opdeling naar alle grondsoorten).

Met behulp van individuele RDA's is gezocht naar de relatie tussen blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie enerzijds en anderzijds respectievelijk oppervlakte, strijklengte, wel of geen viswater, kwelgevoed of anders, wel of geen legger, bodemsamenstelling (zand of niet), of de plas geïsoleerd is en of er een vuilwaterstortaanwezig is. Van al deze geteste variabelen heeft geen enkele variabele een significante invloed. Ook wanneer het merendeel van deze variabelen gezamenlijk getest worden in één model, is dit model niet significant (tabel 6).

Tabel 6: Resultaat van RDA met predictorvariabele: oppervlakte, strijklengte, wel of geen viswater, isolatie van een plas, en aanwezigheid van een vuilwateroverstort. Het model heeft een  $R^2=0.2471855$  en een  $R^2_{adj}=0.0213412$

|           | df | Variance | F      | Pr(>F) |
|-----------|----|----------|--------|--------|
| Model     | 6  | 0.10827  | 1.0945 | 0.3523 |
| Residuals | 20 | 0.32974  |        |        |

Signif. codes: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

## 4.2 Samenvatting bevindingen

Analyse van individuele tijdpunten in de signaleringsdataset:

- N-totaal en de som van nitriet en nitraat hebben een significante relatie met blauwalgen, maar ze verklaren slechts 2% van de variantie in blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie, wanneer gecorrigeerd wordt voor meetlocatie, en meettijd;

Analyses van de signaleringsdataset geaggregeerd naar waterpartijen:

- P-totaal verklaart 6% van de variantie in blauwalgensoortensamenstelling en abundantie;
- In waterpartijen met hoge gehalten P-totaal komen meer blauwalgen voor van de soorten *Aphanizomenon* en *Anabaena*;
- Andere variabelen dan nutriënten, zoals geleidendheid, zuurstof en pH bleken geen significante verklaring te geven voor de soortensamenstelling en abundantie van blauwalgen;
- Doorzicht liet wel een significante relatie zien, maar deze is co-lineair met P-totaal;
- Ook de geselecteerde locatiespecifieke factoren bleken geen verklarende invloed te hebben op de blauwalgensoortensamenstelling en abundantie.

Algemeen:

- Het ontbreken van regelmaat in de meetcampagne en gaten in de meetreeks zorgt waarschijnlijk voor veel ruis op de data en is een mogelijke verklaring voor het ontbreken van sterke relaties.



## Hoofdstuk 5 Discussie

### 5.1 Beschikbare gegevens

- Het meetnet is niet opgezet om de nieuwe onderzoeksvragen, zoals benoemd in dit rapport, te kunnen beantwoorden. Hierdoor zijn nu mogelijk minder relaties en trends statistisch aangetoond dan wanneer het meetnet wel was opgezet met de nieuwe onderzoeksvragen in het vizier;
- De vooranalyse<sup>3</sup> van de dataset door AKWA heeft echter wel inzicht gegeven in welke type vragen wel en niet in potentie beantwoord kunnen worden, zoals:

| Type vraag                                                                     | Tool (voorbeeld)                                             | Dataset toereikend? | Belangrijkste knelpunt bij – of +/-                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Omslagpunten in ecosysteem response                                            | ARIMA en andere non-lineaire multivariate tijdserie analyses | -                   | Tijdreeks van minimaal 20 jaar nodig. Daarnaast nog meer parameters monitoren, zoals fytoplanktodynamiek en lichtextinctie                                                                                                                                                 |
| Drempelwaarden voor stuurfactoren voor bloei van blauwalgen                    |                                                              | -                   | Minimaal maandelijkse monitoring gedurende 10 jaar                                                                                                                                                                                                                         |
| Trends in de tijd                                                              | Trendanalist                                                 | +                   |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Relaties tussen probleemsoort-samenstelling van blauwalgen en nutriëntenniveau | Multivariate analyse, bv. RDA                                | +                   |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Klimaat-effect te zien op vóórkomen van blauwalgprobleem                       | Trendanalist, RDA                                            | +/-                 | Dataset te klein, dient uitgebreid te worden met gegevens van andere waterschappen. Upgrade van dataset nodig met KNMI – gegevens als temperatuur en windsnelheid in de weken voorafgaand van metingen.                                                                    |
| Effect van maatregelen per individuele locatie                                 | Bv. rANOVA                                                   | +/-                 | Kan wel mits goede 0-meting en goede meting na ingreep. Gezien de variatie aan maatregelen (bronmaatregel, interne maatregel, inrichtingsmaatregel) zal effectiviteit van de maatregel op blauwalgenabundantie waarschijnlijk uiteenlopen. Maatwerkmonitoring per locatie. |

In [bijlage 9](#) is een complete lijst getoond van alle typen vragen die de revue hebben gepasseerd, met daarbij aangegeven in hoeverre de gegeven dataset geschikt is voor het beantwoorden van de vragen (De Senerpont Domis & Lüring, 2015).

### 5.2 Trendanalyse

- Bij veel locaties bleken meetreeksen te kort voor trendanalyse;
- Bij locaties waar trendanalyse mogelijk is, daar veelal geen trends. Bij relatief korte meetreeksen dient onderscheidend vermogen al groot te zijn wil je op korte meetreeksen statistische trends kunnen aantonen. Het gegeven dat bij 7 locaties in de periode van meten inrichtingsmaatregelen uitgevoerd, maakt het daar niet makkelijker op. Deze maatregelen kunnen namelijk per locatie in meer of mindere mate een invloed hebben op fysisch-chemische parameters en ontwikkeling van blauwalgen. In een relatief korte meetreeks kan dit ervoor zorgen dat er geen trend wordt (omdat de maatregel voor een trendbreuk kan zorgen);
- Voor parameters als zuurstof en temperatuur is het van belang erop bedacht te zijn dat deze binnen een 24-uurs ritme een sterke variatie kennen. Een trend gebaseerd op 3 metingen per jaar op willekeurige tijdstippen, is bij dit type parameters sterk indicatief (ofwel: dit geeft een signaal af, wat ook de oorspronkelijke doelstelling is van het signaleringsmeetnet).

<sup>3</sup> Welke type vragen kunnen bij gegeven dataset beantwoord worden?

### 5.3 RDA-analyse

- Bij veel locaties bleken meetreeksen te kort en/of incompleet. Daardoor was een groot deel van de meetgegevens niet bruikbaar voor de gekozen multivariate RDA-analyse.  
Een voorbeeld: Pas vanaf 2013 zijn alle waterpartijen bij elke bemonstering gescreend op blauwalgen, ongeacht of de wateren er visueel wel of niet verdacht uitzagen. Dit is de reden dat er uiteindelijk relatief weinig data geschikt was om mee te nemen in de analyses: alleen fysisch-chemische parameters die tegelijkertijd zijn gemeten met blauwalgen waren geschikt;
- RDA kan niet omgaan met reeksen met missende waarden. Hierdoor kon een relevante parameter als  $\text{oPO}_4$  niet meegenomen worden in de analyses;
- Andere redenen dat er betrekkelijk weinig relaties werden aangetoond zijn:
  - Het aantal locaties is vrij klein bij gegeven variatie in omgevingsfactoren tussen de locaties;
  - Het bleek niet mogelijk om een analyse uit te voeren op monsterniveau vanwege de grote variatie in tijd binnen de beschikbare meetreeksen. Er is uiteindelijk gekozen om alle metingen per locatie te middelen over alle jaren. Hierdoor kan alleen op hoofdprocessen een uitspraak gedaan worden;
- Bij de analyse van doorzicht is deze behandeld als een predictorvariabele. Dit is een keuze geweest in de analyse. Doorzicht kan een tweezijdig effect hebben: doorzicht kan de algensoortsamenstelling beïnvloeden, maar de aanwezigheid van algen heeft ook een invloed hebben op het doorzicht. Een soortgelijke redenering kan ook opgehangen worden voor parameters als pH en zuurstof. Deze kunnen zowel een oorzaak als een gevolg zijn van het vóórkomen van (blauw)algen;
- De dataset bevatte alleen gegeven van de 5 meest voorkomende blauwalgensoorten. Beter is om naast deze groepen ook watermonsters minimaal te laten analyseren op chlorofyl-a. Nog beter is om dit aan te vullen met een analyse van de watermonsters op totaal cyano-chlorofyl (eventueel opgesplitst naar niet-toxisch en potentieel wel toxisch).  
Via de 5 soortgroepen van blauwalgen worden namelijk nu, zeer waarschijnlijk wel de meeste, maar niet alle blauwalgen meegenomen. De hiervoor genoemde aanvullingen kunnen er in de toekomst voor zorgen dat er bij een volgende statistische analyse van de dataset mogelijk wel sterke relaties worden aangetroffen.

## Hoofdstuk 6 Conclusies en aanbevelingen

Dit hoofdstuk geeft de conclusies en aanbevelingen ten aanzien van de data-analyse voortgekomen uit het signaleringsmeetnet waterkwaliteit en waterkwaliteitsproblemen in bebouwd gebied in het beheergebied van waterschap Aa en Maas.

### 6.1 Conclusies

De conclusies zijn als volgt:

1. Geeft de data aanleiding tot statistische onderbouwde verbanden tussen de gemeten fysisch-chemische parameters en de abundantie van blauwalgen en eventuele andere biologische parameters of eigenschappen van de waterpartijen?

Uit de trendanalyse blijkt:

- Voor fosfor worden de meeste significante dalende trends (verbeteringen) aangetroffen, namelijk voor ca. 30% van de locaties;
- Voor twee locaties worden voor zowel N als P verbeteringen gezien in de vorm van zeer grote dalende trends in de concentraties. Het betreffen de locaties:
  - Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel (uitlaat),
  - Grave, Lovendaalsingel;
- Voor één locatie wordt een verbetering in de vorm van een zeer grote stijgende trend voor de concentratie fosfor gevonden. Het betreft de locatie:
  - Grave, Anna van Burenweg;
- De aangetroffen trends kunnen niet gerelateerd worden aan bepaalde inrichtingsmaatregelen, daarvoor is de oorspronkelijke meetstrategie ten aanzien van het signaleringsdoel ontoereikend.

Uit de RDA-analyses blijkt:

- Over alle fysisch-chemische parameters gezien is er alleen een significante invloed van nutriënten N en P op de soortensamenstelling en relatieve abundantie van de bekeken blauwalgsoorten (= het aandeel dat de soort uitmaakt van de totale hoeveelheid blauwalgen):
  - Voor N is deze relatie gevonden voor N-totaal en som  $\text{NO}_3\text{NO}_2$  en alleen wanneer gekeken is over alle individuele monsters. Deze beide parameters verklaarden slechts 2% van de samenstelling van de soortensamenstelling en relatieve abundantie van deze blauwalgsoorten,
  - Voor P is deze relatie gevonden voor P-totaal en alleen wanneer gekeken is over gemiddelden van alle parameters van monsters per locatie. P-totaal verklaarde daarbij 6% van de blauwalgsoortensamenstelling en relatieve abundantie;
  - In water met hoge concentraties P-totaal komen meer blauwalgen voor van de filamenteuze (= draadvormende) soorten *Aphanizomenon* en *Anabaena*.

2. Leidt een statistische analyse van de dataset tot nieuwe inzichten, waarvoor de oorspronkelijk gekozen signaleringsmeetstrategie niet voor opgezet is?
  - De voor-analyse van de dataset heeft een beter inzicht gegeven in de welke type vragen je niet kunt beantwoorden en welk type aanpassingen in de meetstrategie gedaan dienen te worden om dit wel mogelijk te maken;
  - De trendanalyse laat zien voor welke waterpartijen er significante verbeteringen of verslechteringen zijn te zien in de waterkwaliteit;
  - De uitkomst van de multivariate RDA-analyse toont een relatie aan die vanuit de bestaande kennis verwacht kon worden (= meer blauwalgen bij hogere concentraties P-totaal). Dat is gezien de beperkte dataset toch een mooi resultaat. Daarnaast kwam uit de analyse dat er bij hoge waarden voor P-totaal meer filamenteuze (= draadvormers) blauwalgsoorten worden aangetroffen. Dit is opmerkelijk, omdat in dergelijke situaties in onderzoeken vaker de niet-filamenteuze soort *Microcystis* wordt aangetroffen;
  - De RDA-analyse heeft vooral inzicht gegeven wat een dergelijke analysemethode kan betekenen en wat de impact is van de gekozen meetstrategie, het vastleggen van

omgevingsfactoren en missende data. De uitkomst van dit project zal derhalve een bijdrage moeten leveren in een beter verwachtingsmanagement naar klanten toe vanuit de afdeling Onderzoek & Monitoring. Voor het type vragen dat nu aan de dataset is gesteld is in de regel een uitgebreidere en/of langere monitoring vereist.;

- Belang van kritische houding van de onderzoeker die het meetnet opstelt naar aanleiding van de informatiebehoefte. Geef aan waarom de gekozen meetstrategie nodig is en geef desnoods ook aan wat niet kan. Bedenk: een beperkte grotere inzet kan van een enorme meerwaarde zijn in het beantwoorden van de onderzoeksvragen, het minimaliseren van een meetnet kan een dataset (gedeeltelijk) onbruikbaar maken voor de beoogde analyses.

## 6.2 Aanbevelingen

Het project heeft tot de volgende aanbevelingen geleid:

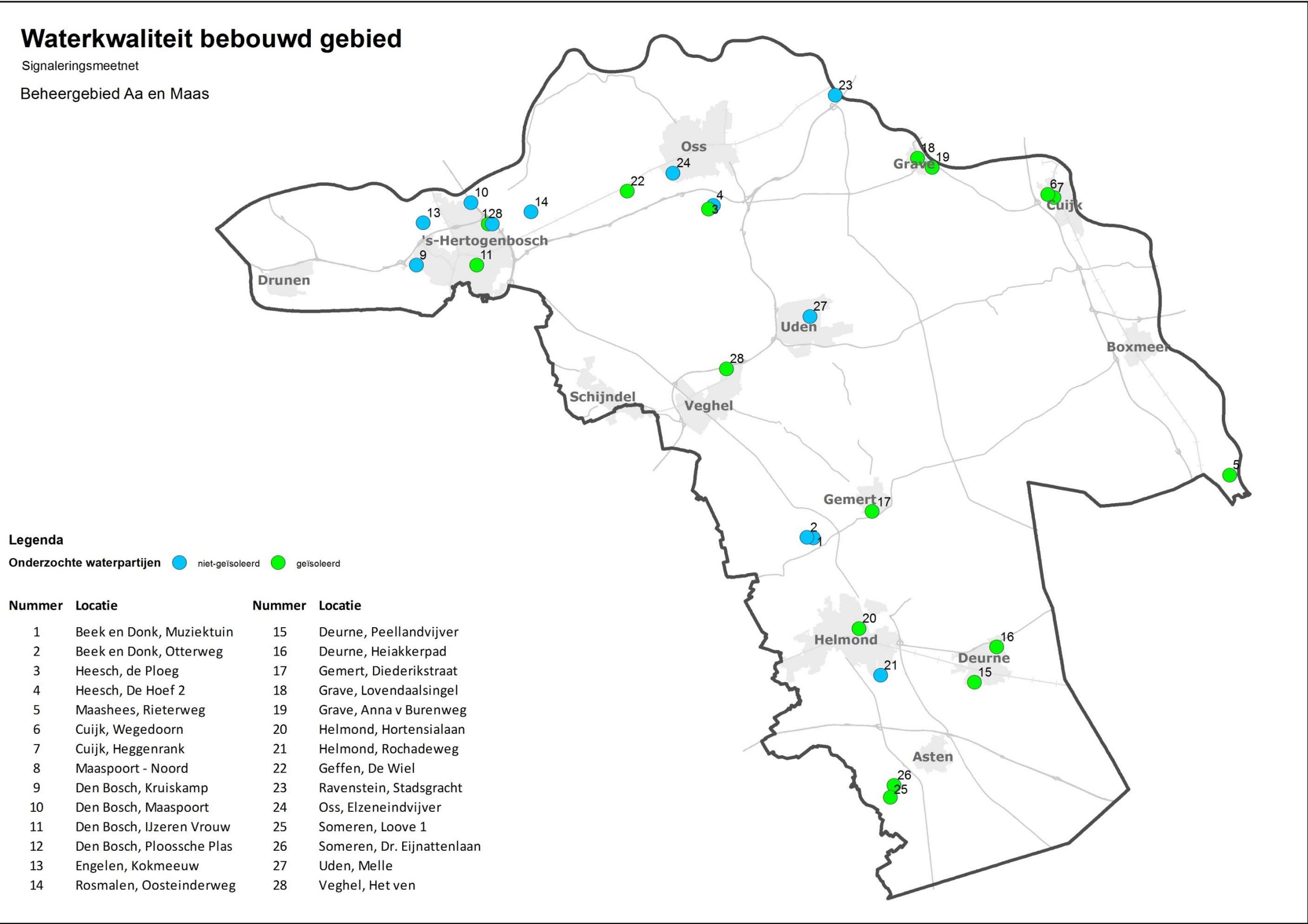
- Voor een vervolg op dit meetnet voor de periode 2016-2021 minimaal chlorofyl-a als extra parameter mee te nemen in het meetnet, omdat hiermee een beter totaalbeeld wordt verkregen van de totale algensamenstelling van een watermonster. Nog beter zou zijn om ook het gehalte cyano-chlorofyl te meten. Wanneer je geïnteresseerd bent in de stuurfactoren van blauwalgbloei, dan dien je die op juiste wijze op te nemen in de meetcampagne;
- Borgen van de inzichten in de (on)mogelijkheden van een signaleringsmeetnet binnen de afdeling Onderzoek & Monitoring, cluster Waterkwaliteit & Ecologie.

## Informatiebronnen

---

- Baggelaar, P. & E. van der Meulen, 2014. Handleiding trendanalist, april 2014, AMO Icastat, Hengelo/Amstelveen;
- Engels, B., 2010. Onderzoek blauwalgen, waterkwaliteit en ecologie stadswateren 2009, Een beoordeling van de waterkwaliteit en ecologische waarden van de stadswateren in het beheergebied van Waterschap Aa en Maas, 11 juni 2010, 's-Hertogenbosch;
- Senerpont Domis, L.. 2015. Data analyse wateren stedelijk gebied, Rapportage met uitwerking van multivariate analyse van de dataset signaleringsmeetnet water bebouwd gebied 2010-2015, uitgevoerd door Aquatisch Kenniscentrum Wageningen in opdracht van waterschap Aa en Maas, Wageningen;
- Senerpont Domis, L. de. & M. Lüring. 2015. Advies data-analyse waterkwaliteit bebouwd gebied, memo opgesteld door Aquatisch Kenniscentrum Wageningen (AKWA) in opdracht van waterschap Aa & Maas, Wageningen;
- Waterschap Aa en Maas, 2015. Waterbeheerplan 2016-2021, Waterschap Aa en Maas, vastgesteld door het Algemeen Bestuur d.d. 13 november 2009, 's-Hertogenbosch;
- Zuilichem, H. van, 2011. Kwaliteitsoordeel stadswater 2007-2010, beoordeling stadswateren in beheergebied waterschap a en Maas op fysisch-chemische waterkwaliteit, blauwalgen, vis- en vogelsterfte, 20 april 2011, waterschap Aa en Maas, 's-Hertogenbosch;
- Zuilichem, H. van, 2014. Waterkwaliteit bebouwd gebied: Rapportage resultaten 2010-2013, Signaleringsmonitoring, 7 februari 2014, afdeling Onderzoek & Monitoring, Waterschap Aa en Maas, 's-Hertogenbosch.









Bijlage 2: Details meetlocaties bebouwd gebied 2010 - 2015

| MEPID           | MEPAN          | Locatie                                      | Gemeente     | Viswater* | oppervlakte (m2) | strijklengte (m) | kwel/wegzijging | leggerwaterloop | bodemtype | grondsoort   | geïsoleerd | niet-geïsoleerd | Vuilwateroverstort | Type overstort                | Hemelwateroverstort                                   | Geen overstort |
|-----------------|----------------|----------------------------------------------|--------------|-----------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------|------------|-----------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------|
| 185084          | oSTBEDO000     | Beek en Donk, Waterpartij Muziektuin         | Beek en Donk | nee       | 2.546            | 50               | kwel            | nee             | BEBOUWD   | zand         | 0          | 1               | 0                  |                               | HWA-uitlaat GS                                        |                |
| 900093          | oVVBEDO001     | Beek en Donk, Visvijver oost van Otterweg    | Beek en Donk | ja        | 10.518           | 90               | Onbekend        | ja              | BEBOUWD   | zand         | 0          | 1               | 1                  | Overstort met randvoorziening |                                                       |                |
| 149473          | oSTHEES003     | Heesch, De Hoef 2                            | Bernheze     | nee       | 1.960            | 35               | intermediair    | ja              | zEZ21     | zand         | 0          | 1               | 0                  |                               | HWA-uitlaat GS                                        |                |
| 149438          | oSTHEES002     | Stadswater De Ploeg te Heesch                | Bernheze     | ja        | 1.654            | 60               | kwel            | nee             | zEZ21     | zand         | 1          | 0               | 0                  |                               |                                                       | Niets          |
| 990608          | oSTMAHE000     | Maashees, Rieterweg                          | Boxmeer      | nee       | 2.330            | 55               | infiltratie     | nee             | Y23       | zand         | 1          | 0               | 0                  |                               |                                                       | Niets          |
| 900058          | oSTCUYK000     | Cuijk, Heggenrank-Sleedoorn                  | Cuijk        | nee       | 884              | 25               | infiltratie     | nee             | KRd1      | lichte zavel | 1          | 0               | 0                  |                               | HWA-uitlaat GS                                        |                |
| 343535          | oSTCUYK002     | Cuijk, Hoek Wegedoom/Gele Lis                | Cuijk        | ja        | 2.476            | 45               | infiltratie     | nee             | KRd1      | lichte zavel | 1          | 0               | 0                  |                               | HWA-uitlaat GS                                        |                |
| 990132          | oSTDENB051     | Den Bosch, IJzeren Vrouw                     | Den Bosch    | ja        | 141.868          | 508              | kwel            | nee             | BEBOUWD   | zand         | 1          | 0               | 0                  |                               | HWA-uitlaat GS                                        |                |
| 990133          | oSTDENB052     | Den Bosch, Ploossche Plas                    | Den Bosch    | ja        | 5.415            | 275              | kwel            | nee             | BEBOUWD   | zand         | 1          | 0               | 0                  |                               |                                                       | Niets          |
| 343543          | oSTDENB011     | Den Bosch, Kruiskamp Rijkcevorssel (uitlaat) | Den Bosch    | nee       | 1.150            | 9                | kwel            | ja              | BEBOUWD   | zand         | 0          | 1               | 0                  |                               | Mogelijk                                              |                |
| 900061          | oSTDENB003     | Den Bosch, Maaspoort (inlaat)                | Den Bosch    | nee       | 386              | 50               | kwel            | ja              | BEBOUWD   | zand         | 0          | 1               | 0                  |                               | RWA-uitlaat VGS                                       |                |
| 185088          | oSTDENB118     | Maaspoort - Noord (uitlaat)                  | Den Bosch    | nee       | 7.685            | 55               | kwel            | ja              | BEBOUWD   | zware klei   | 0          | 1               | 0                  |                               | RWA-uitlaat VGS                                       |                |
| 990142          | oSTDENB057     | Engelen, Kokmeeuw                            | Den Bosch    | nee       | 713              | 20               | kwel            | ja              | BEBOUWD   | lichte klei  | 0          | 1               | 0                  |                               | RWA-uitlaat VGS                                       |                |
| 990162          | oSTDENB077     | Rosmalen, Oosteinderweg                      | Den Bosch    | nee       | 2.802            | 40               | intermediair    | nee             | pZG21     | zand         | 0          | 1               | 0                  |                               |                                                       | Niets          |
| 900123          | oVVDEUR004     | Deurne, Visvijver Peellandvijver             | Deurne       | ja        | 5.459            | 55               | infiltratie     | nee             | BEBOUWD   | zand         | 1          | 0               | 0                  |                               | HWA-uitlaat GS                                        |                |
| 999971          | oSTDEUR005     | Deurne, ten westen van Heiakkerpad           | Deurne       | ja        | 3.854            | 55               | kwel            | nee             | EZg23     | zand         | 1          | 0               | 0                  |                               |                                                       | Niets          |
| 185063          | oSTGEME002     | Gemert, Visvijver Diederikstraat             | Gemert       | ja        | 21.701           | 150              | intermediair    | nee             | zEZ21     | zand         | 1          | 0               | 0                  |                               |                                                       | Niets          |
| 349760          | oSTGRAV000     | Grave, Lovendaalsingel                       | Grave        | ja        | 16.329           | 75               | kwel            | nee             | BEBOUWD   | zand         | 1          | 0               | 0                  |                               | HWA-uitlaat GS                                        |                |
| 900090          | oSTGRAV001     | Grave, Vijver Anna van Burenweg              | Grave        | ja        | 3.093            | 60               | infiltratie     | nee             | bEZ30     | zand         | 1          | 0               | 0                  |                               |                                                       | Niets          |
| 143006          | oSTHELM000     | Helmond, Hortensialaan                       | Helmond      | ja        | 6.878            | 65               | intermediair    | nee             | BEBOUWD   | zand         | 1          | 0               | 0                  |                               |                                                       | niets          |
| 185082 / 990608 | oSTHELM020/026 | Helmond, Rochadeweg en Stipdonkseweg         | Helmond      | ja        | 26.043           | 100              | intermediair    | ja              | zEZ21     | zand         | 0          | 1               | 0                  |                               | RWA-uitlaat VGS                                       |                |
| 185073          | oSTGEFF000     | Geffen, De Wiel                              | Oss          | nee       | 1.392            | 40               | intermediair    | nee             | BEBOUWD   | zand         | 1          | 0               | 0                  |                               | RWA-uitlaat VGS                                       |                |
| 900064          | oSTOSS_003     | Oss, Elzeneindvijver                         | Oss          | nee       | 15.000           | 80               | infiltratie     | ja              | pZG21     | zand         | 0          | 1               | 1                  | Overstort gemengd stelsel     |                                                       |                |
| 343533          | oSTRAVE001     | Ravenstein, Stadsgracht                      | Oss          | ja        | 17.958           | 90               | infiltratie     | ja              | BEBOUWD   | lichte klei  | 0          | 1               | 1                  | Overstort gemengd stelsel     |                                                       |                |
| 185028          | oSTSOME003     | Somerens, Dr. Eijnattenlaan                  | Somerens     | nee       | 2.603            | 30               | infiltratie     | nee             | BEBOUWD   | zand         | 1          | 0               | 0                  |                               |                                                       | Niets          |
| 149298          | oSTSOME000     | Somerens, Looze 1                            | Somerens     | nee       | 4.180            | 65               | infiltratie     | nee             | zEZ23     | zand         | 1          | 0               | 0                  |                               | HWA-uitlaat met zeer waarschijnlijk foutaansluitingen |                |
| 143003          | oSTUDEN001     | Uden, Stadswater Melle                       | Uden         | nee       | 12.920           | 85               | intermediair    | nee             | pZG21     | zand         | 0          | 1               | 1                  | Overstort met randvoorziening | HWA-uitlaat                                           |                |
| 900066          | oVVVEGH001     | Veghel, Visvijver Het ven                    | Veghel       | ja        | 18.139           | 150              | intermediair    | nee             | pZG21     | zand         | 1          | 0               | 0                  |                               |                                                       | Niets          |

\*: vet gedrukt, cursief en onderstreept = verpacht aan visvereniging

|                     |                                                                                                                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Toelichting:</b> |                                                                                                                                                                             |
| Visvijver           | : locatie is verpacht aan een visvereniging                                                                                                                                 |
| Oppervlakte         | : bepaald in GIS                                                                                                                                                            |
| Strijklengte        | : maximale vrije afstand waarover de wind kan waaien vanuit ZW-richting (N.B.: Bij De Hoef 2 is de locatie zo dicht begroeid met riet dat wind geen vat heeft op het water) |
| Kwel/wegzijging     | : bepaald met GIS. Intermediair = er treedt zowel kwel als wegzijgen op gedurende het jaar                                                                                  |
| Legger waterloop    | : Leggerwaterlopen zijn in beheer van het waterschap en staan in verbinding met andere waterlopen                                                                           |
| Bodemtype           | : volgens de bodemkaart van Nederland (GIS). N.B.: BEBOUWD wil zeggen dat bodemtype niet bepaald kon worden vanwege bebouwing)                                              |
| Grondsoort          | : benaming grondsoort in categorieën veen, zand, lichte zavel, zware zavel, leem                                                                                            |
| Geïsoleerd          | : geïsoleerd of alleen in verbinding met ander geïsoleerd water                                                                                                             |
| Niet-geïsoleerd     | : in verbinding met een water waar dorostroming mogelijk is                                                                                                                 |
| Vuilwateroverstort  | : wel of geen vuilwateroverstort aanwezig                                                                                                                                   |
| Type overstort      | : Type overstort, zoals gemengd met of zonder randvoorziening                                                                                                               |
| Hemelwateroverstort | : wel of geen hemelwateroverstort aanwezig                                                                                                                                  |
| Geen overstort      | : wel of geen overstort aanwezig                                                                                                                                            |

blauwe tekst : geverifieerd op basis van aanvullende kennis dan GIS, zoals eigen onderzoek of kennis bij gemeentes

| MEPID           | MEPAN          | Locatie                                     | Gemeente     | Opmerking algemeen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Inrichtingsmaatregelen<br>uitgevoerd in meetperiode<br>2010-2015? | Type ingreep                                                                                                                                 | jaar             | periode    |
|-----------------|----------------|---------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|
| 185084          | oSTBEDO000     | Beek en Donk, Waterpartij Muziektuin        | Beek en Donk | Er liggen twee eilandjes in de vijver. <i>Vijver wordt gevoed door omliggend slotenstelsel, dat op zijn beurt weer gevoed wordt door een kwelsloot langs het kanaal</i> en 2 retentievijvers aan de Vincent van Goghlaan. Op het slotenstelsel zit een deel van de woonwijk op met afgekoppeld regenwater. Verder komt er een overloop op uit van een wadi.'s-Zomers wordt het waterpeil in de vijver Muziektuin op peil gehouden door water uit de Zuid-Willemsvaart, via de visvijver.                                                                                                                                                                                                                                                                         | niet voor zo ver bekend                                           |                                                                                                                                              |                  |            |
| 900093          | oVVBEDO001     | Beek en Donk, Visvijver oost van Otterweg   | Beek en Donk | Er ligt een eilandje in de vijver                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | niet voor zo ver bekend                                           |                                                                                                                                              |                  |            |
| 149473          | oSTHEES003     | Heesch, De Hoef 2                           | Bernheze     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | niet voor zo ver bekend                                           |                                                                                                                                              |                  |            |
| 149438          | oSTHEES002     | Stadswater De Ploeg te Heesch               | Bernheze     | Geen overstort meer. Is gesanneerd bij aanpak vijver in 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | nee                                                               | Baggeren, saneren overstort, ABB (Natuurvriendelijk inrichten, bomen snoeien, visstandbeheer)                                                | 2009             | december   |
| 990608          | oSTMAHE000     | Maashees, Rieterweg                         | Boxmeer      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | niet voor zo ver bekend                                           |                                                                                                                                              |                  |            |
| 900058          | oSTCUYK000     | Cuijk, Heggenrank-Sleedoorn                 | Cuijk        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | niet voor zo ver bekend                                           |                                                                                                                                              |                  |            |
| 343535          | oSTCUYK002     | Cuijk, Hoek Wegedoorn/Gele Lis              | Cuijk        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | niet voor zo ver bekend                                           |                                                                                                                                              |                  |            |
| 990132          | oSTDENB051     | Den Bosch, IJzeren Vrouw                    | Den Bosch    | De HWA van De Vliert komt op de plas uit. Verder is er een uitstroom op de plas van een WKO-systeem (Warmte-Koude-Opslag) Daarnaast is er een aflaatmogelijkheid water naar Aa om te veel aan water weg te kunnen laten stromen. Er liggen 2 eilandjes in de vijver.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | nee                                                               | Niet direct watergebonden, herinrichting park, dierenpark                                                                                    | 2005-2010        |            |
| 990133          | oSTDENB052     | Den Bosch, Ploossche Plas                   | Den Bosch    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | niet voor zo ver bekend                                           |                                                                                                                                              |                  |            |
| 343543          | oSTDENB011     | Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel (uitlaat) | Den Bosch    | Niet direct daar, maar in deze wijk zitten meerdere uitstroomvoorzieningen (gemengd en HWA) en bergingsvoorzieningen. Niet uit te sluiten dat er geen effect op de meetloctaie is van deze voorzieningen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | niet voor zo ver bekend                                           |                                                                                                                                              |                  |            |
| 900061          | oSTDENB003     | Den Bosch, Maaspoort (inlaat)               | Den Bosch    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ja                                                                | Nieuw type inlaatwater voorheen (tot en met februari 2014) water Hertogswetering nu Maaswater en/of water van Maximakanaal)                  | 2014             | februari   |
| 185088          | oSTDENB118     | Maaspoort - Noord (uitlaat)                 | Den Bosch    | RWA-uitlaat VGS niet direct bij de uitlaat, wel in het watersysteem ervoor, mogelijk effect als gevolg van stromingsrichting                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | niet voor zo ver bekend                                           |                                                                                                                                              |                  |            |
| 990142          | oSTDENB057     | Engelen, Kokmeeuw                           | Den Bosch    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | niet voor zo ver bekend                                           |                                                                                                                                              |                  |            |
| 990162          | oSTDENB077     | Rosmalen, Oosteinderweg                     | Den Bosch    | Er ligt een eilandje in de waterpartij.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | niet voor zo ver bekend                                           |                                                                                                                                              |                  |            |
| 900123          | oVVDEUR004     | Deurne, Visvijver Peellandvijver            | Deurne       | soms wordt oppervlaktewater ingelaten. Sinds 1,5 jaar zit er een hemelwaterwateroverstort op vanuit een infiltratricsysteem. Pas bij extreme regenbuien zal er wat regenwater in de vijver komen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | in de planning                                                    | Verkleinen, vergraven, baggeren, inlaat maximaliseren of stopzetten (nog nader te bepalen)                                                   | 2015             | najaar     |
| 999971          | oSTDEUR005     | Deurne, ten westen van Heiakkerpad          | Deurne       | wordt soms gevoed door de Vlier.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ja                                                                | Visstekken aangelegd door visvereniging                                                                                                      | 2015             | begin 2015 |
| 185063          | oSTGEME002     | Gemert, Visvijver Diederikstraat            | Gemert       | Er zijn wel plannen om regenwater af te koppelen ricting deze vijver. Het waterpeil zakt daar in de zomer vaak ver weg en ze hoepen met regenwtaerakoppeling een kwaliteitsimpuls t egeven aan de vijver.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | niet voor zo ver bekend                                           |                                                                                                                                              |                  |            |
| 349760          | oSTGRAV000     | Grave, Lovendaalsingel                      | Grave        | kwel van de Maas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | in de planning                                                    | Planning aanpak vijver middels: baggeren en ABB (Natuurvriendelijk inrichten, bomen snoeien en visstandbeheer)                               | 2015-2016        |            |
| 900090          | oSTGRAV001     | Grave, Vijver Anna van Burenweg             | Grave        | De vijver staat in verbinding met naastgelegen kleinere vijver en deze staan weer in verbinding met het drainagestelsel rondom de Dr. Kanterlaan. Dit drainagestelsel stroomt uit in de Raam maar het water kan niet van de Raam de vijvers in stromen. In de verbinding heeft de gemeente spindelafsluiters staan zodat bij hoog water in de Maas het drainagestelsel niet meer op de vijver kan lozen. Ook heeft de gemeente een afvoerleiding van de vijver naar de riolering zitten met een spindelafsluiter. Deze leiding heeft de gemeente er liggen om bij hoog water in de Maas en grondwaterproblemen in de wijk de vijver en eventueel het drainagestelsel leeg te kunnen laten lopen in de riolering. Er kan geen rioolwater naar de vijvers stromen. | niet voor zo ver bekend                                           |                                                                                                                                              |                  |            |
| 143006          | oSTHELM000     | Helmond, Hortensialaan                      | Helmond      | Er wordt in de zomermaanden grondwater ingepompt om de vijver op peil te houden (bronnering). In de winter moet water uitgelaten worden via een pijp die naar de Zuid-Willemsvaart gaat. In de winter kan het peil zo hoog worden dat de vijver anders overstroomt. Er liggen twee eilandjes in de vijver.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | in de planning                                                    | nader te bepalen                                                                                                                             | 2016             |            |
| 185082 / 990608 | oSTHELM020/026 | Helmond, Rochadeweg en Stipdonkseweg        | Helmond      | Er ligt een eilandje in de vijver                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ja                                                                | Baggeren in 2011, stuw geplaatst om waterstand hoger te houden in 2012, 25 ganzen weg laten vangen op 26 juli 2015.                          | 2011, 2012, 2015 |            |
| 185073          | oSTGEFF000     | Geffen, De Wiel                             | Oss          | Hier is recentelijk (2015) een infiltratieriool aangelegd dat loost op de vijver. Je zou dit dus een RWA kunnen noemen (regenwater overstort)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ja                                                                | ABB (natuurvriendelijk inrichten, visstandbeheer, snoeien/verwijderen bomen) en verondiepen en deels baggeren                                | 2013             | najaar     |
| 900064          | oSTOSS_003     | Oss, Elzeneindvijver                        | Oss          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ja                                                                | Herinrichting watergangen (natuurvriendelijke oevers, snoeiwerkzaamheden etc.) Meer specifieke info navragen bij gemeente Oss (Frank Geenen) | 2012             | voorjaar   |
| 343533          | oSTRAVE001     | Ravenstein, Stadsgracht                     | Oss          | kwel van de Maas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | niet voor zo ver bekend                                           |                                                                                                                                              |                  |            |
| 185028          | oSTSOME003     | Someren, Dr. Eijnattenlaan                  | Someren      | Er heeft ooit een vuilwateroverstort op gezeten, maar voor de tijd van meten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ja                                                                | Baggeren, ABB (Natuurvriendelijk inrichten, bomen snoeien/rooien en visstandbeheer)                                                          | 2014             | najaar     |
| 149298          | oSTSOME000     | Someren, Loove 1                            | Someren      | Er ligt een brug (autostraat) over de vijver. In 2015 is een watersysteemanalysie uitgevoerd voor deze locatie. Daar is onderzoek gedaan naar foutaansluitingen. Op basis van meetgegevens (o.m.. P, ureum, bacteriën) is dit zeer aannemelijk. De vijver is via een duiker verbonden met de andere iets noordelijk gelegen vijver. Overtollig water kan via bemaling afgevoerd worden naar nabijgelegen sloten (welke weer af kunnen voeren naar de Kleine Aa).                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | nee                                                               | Baggeren                                                                                                                                     | 2007             |            |
| 143003          | oSTUDEN001     | Uden, Stadswater Melle                      | Uden         | Er ligt een eilandje in de vijver. Vijvers aangelegd om de wijkswel af te vangen. Verder is de hele omliggende woonwijk afgekoppeld op dit vijverlint. Wijkswel --> deze kwel kan zware metalen bevatten (als vervuiling ingebouwd in pyriet). De vuilwateroverstort heeft een Bergbezinkbassin (BBB).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | niet voor zo ver bekend                                           | In elk geval gebaggerd ergens medio 2008.                                                                                                    | 2008             |            |
| 900066          | oVVVEGH001     | Veghel, Visvijver Het ven                   | Veghel       | Er ligt een eilandje in de vijver                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ja                                                                | Visstekken aangelegd door visvereniging + regelmatige snoeiwerkzaamheden                                                                     | onbekend         | onbekend   |

## Bijlage 3: Referentiekaders voor toestandsbepaling

### Blauwalgen

Laboratorium AQUON maakt bij de analyse van de monsters op blauwalgen een onderscheid in de volgende 5 soortgroepen:

- Anabaena,
- Planktothrix,
- Aphanizomenon,
- Microcystis,
- Woronichinia.

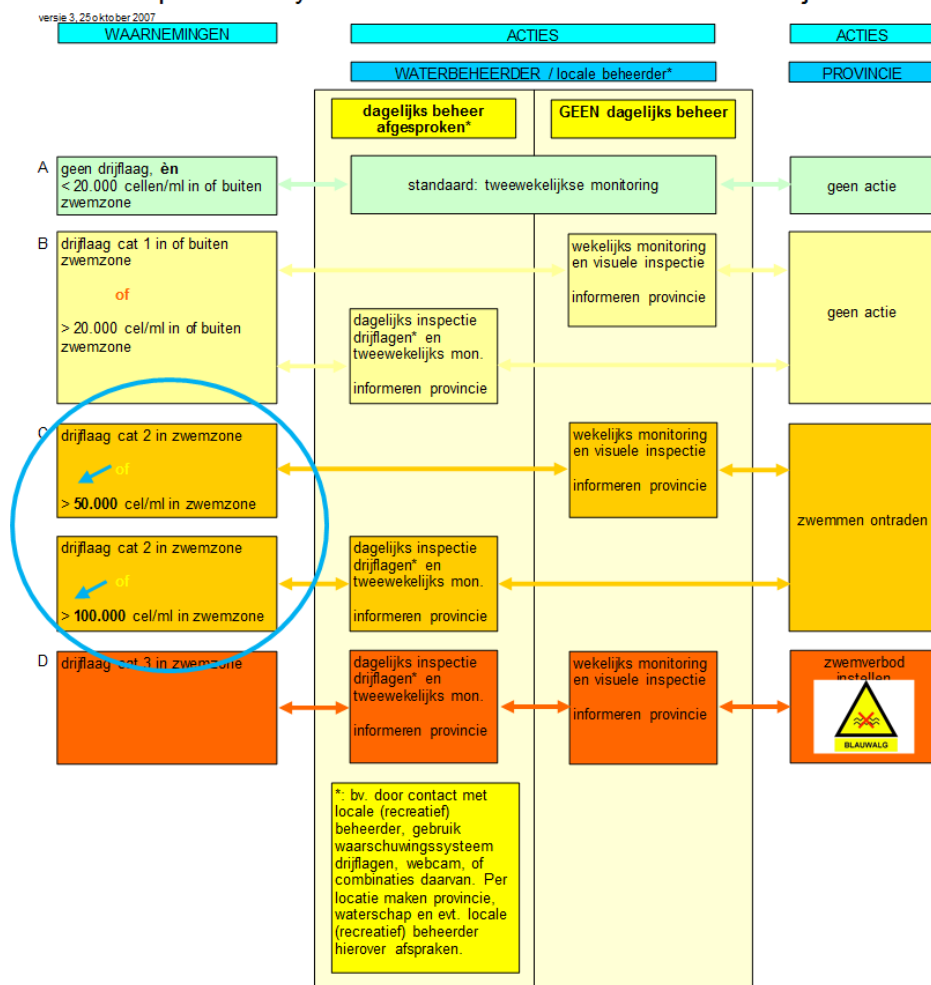
Per soort worden de aantallen cellen bepaald. Vanaf 2012 is dit gebeurd door kolonies te tellen en deze terug te rekenen naar aantal cellen. Per monster worden deze totalen bij elkaar opgeteld en vervolgens wordt bepaald in welke klasse de score voor blauwalgen valt. De toestand voor blauwalgen wordt bepaald door het slechtst scorende monster tijdens het zomerhalfjaar van betreffend meetjaar. De klassen zijn als volgt gedefinieerd (klasse a is van de methode vóór 2013):

#### Legenda

|   |                                        |
|---|----------------------------------------|
| 3 | ≥ 100.000 n/ml of drijfslaag           |
| 2 | > 50.000 en < 100.000 n/ml             |
| 1 | > 0 en < 50.000 n/ml                   |
| 0 | 0 n/ml                                 |
| a | niet verdacht en daarom niet gescreend |
| b | niet opgenomen in meetnet              |

Deze klassenindeling is deels gebaseerd op de aantallen uit de oude zwemwaterrichtlijn uit 2007:

### protocol cyanobacteriën in de zwemwaterrichtlijn



### Fysisch-chemische parameters

Voor de onderstaande parameters zijn de volgende referentiekaders aangehouden om de toestand voor betreffende parameter vast te kunnen stellen binnen het kader van signaleringsmonitoring:

| Parameter       | Zegt iets over                                                                                                                                                                                                                                                       | Referentiewaarde                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N-totaal        | Voedselrijkheid en daarmee kans op overmatige groei van algen en kroos                                                                                                                                                                                               | MTR $\leq 2,2$ mg/l                                                                                                                                                                                                                           |
| P-totaal        | Voedselrijkheid en daarmee kans op overmatige groei van algen en kroos. Met name P-overschot is gunstig voor blauwalgontwikkeling.                                                                                                                                   | MTR $\leq 0,15$ mg/l                                                                                                                                                                                                                          |
| O <sub>2</sub>  | Bij een zuurstoftekort kunnen waterorganismen (zoals macrofauna en vissen) in de problemen komen en zelfs sterven.                                                                                                                                                   | Naar zuurstof happende vissen:<br>$\leq 2,0$ mg/l<br>Risico op zuurstoftekort:<br>$\leq 5,0$ mg/l                                                                                                                                             |
| NH <sub>4</sub> | Met name ammoniak is schadelijk voor vissen. Ammoniak (NH <sub>3</sub> ) is echter lastig te meten in tegenstelling tot ammonium (NH <sub>4</sub> ). Vanuit ammoniumconcentraties is bij gegeven pH en temperatuur terug te rekenen hoeveel ammoniak er aanwezig is. | KRW JGM en MAX $\leq 1$<br><br>Dimensieloos getal welke aangeeft in hoeverre de norm wordt overschreden ( $> 1$ ) bij gegeven pH en T op moment van monsternamen.<br><br>Correctie voor pH en T zoals toegepast bij de normering voor de KRW. |
| T               | Water met een hoge temperatuur kan minder zuurstof bevatten. Er is dus een sterke koppeling met de parameter zuurstof.                                                                                                                                               | MTR: $\leq 25$ °C                                                                                                                                                                                                                             |
| pH              | Gevolg van overmatige (blauw)algen ontwikkeling<br>Verklarende parameter voor toetsing NH <sub>4</sub> ,                                                                                                                                                             | KRW: pH $> 9,0$                                                                                                                                                                                                                               |
| EGV             | Totaal opgeloste hoeveelheid stoffen in het water. Hoe hoger de EGV, des te meer beïnvloeding van het water                                                                                                                                                          | MTR: $\leq 100$ mS/m                                                                                                                                                                                                                          |
| SO <sub>4</sub> | De mate van risico op interne eutrofiëring.                                                                                                                                                                                                                          | MTR: $\leq 100$ mg/l                                                                                                                                                                                                                          |

Om de toestand te bepalen zijn vervolgens de volgende bewerkingsmethoden toegepast binnen een meetjaar:

- N-totaal → gemiddelde concentratie over metingen in periode juni t/m augustus (ZHG)
- P-totaal → gemiddelde concentratie over metingen in juni t/m augustus (ZHG)
- O<sub>2</sub> → laagste concentratie over metingen in juni t/m augustus (MIN)
- T → maximale waarde over metingen in juni t/m augustus (MAX)
- NH<sub>4</sub> → gemiddelde en maximale toetswaarde in juni t/m augustus,  
Waarbij uitgegaan is van de toetsing zoals die in de KRW wordt toegepast (dus met correctie voor T en pH).
- pH → maximale waarde over metingen in juni t/m augustus (MAX)
- EGV → de 90-percentielwaarde over metingen in juni t/m augustus
- SO<sub>4</sub> → de 90-percentielwaarde over metingen in juni t/m augustus

## Bijlage 4: Toestand per waterpartij in 2015

| Gemeente     | Locatie                                     | Meetpunt    | Jaar toestand     | Blauwalg<br>klassenindeling | Ptot (ZHG) | Ntot (ZHG) | O <sub>2</sub> (MIN) | T (MAX) | pH (MAX) | Cl (ZHG) | SO <sub>4</sub> (P90) | EGV (P90) | NH <sub>4</sub> (JGM) | NH <sub>4</sub> (MAX) |
|--------------|---------------------------------------------|-------------|-------------------|-----------------------------|------------|------------|----------------------|---------|----------|----------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| Beek en Donk | Beek en Donk, Visvijver oost van Otterweg   | oVVBEDO001  | 2015              | 3                           | 0,26       | 1,4        | 6,9                  | 16      | 7,9      | 39       | 54                    | 56        | 0,4                   | 0,17                  |
|              | Beek en Donk, Waterpartij Muziektuin        | oSTBEDO000  | 2015              | 0                           | 0,34       | 2,0        | 2,8                  | 16      | 7,5      | 35       | 57                    | 59        | 1,7                   | 0,92                  |
| Bernheze     | Heesch, De Hoef 2                           | oSTHEES003  | 2014 <sup>a</sup> | 0                           | 0,16       | 1,5        | 2,2                  | 21      | 6,6      | 4        | 1                     | 10        | 0,2                   | 0,20                  |
|              | Heesch, De Ploeg                            | oSTHEES002  | 2015              | 0                           | 0,24       | 1,1        | 4,1                  | 17      | 7,4      | 30       | 9                     | 33        | 1,2                   | 0,54                  |
| Boxmeer      | Maashees, Rieterweg                         | oSTMAHE000  | 2015              | 0                           | 0,12       | 4,1        | 11,9                 | 19      | 7,4      | 13       | 60                    | 32        | 0,3                   | 0,13                  |
| Cuijk        | Cuijk, Heggenrank-Sleedoorn                 | oSTCUIYK000 | 2015              | 1                           | 0,29       | 1,2        | 8,9                  | 17      | 7,9      | 35       | 11                    | 40        | 0,1                   | 0,05                  |
|              | Cuijk, Hoek Wegedoorn/Gele Lis              | oSTCUIYK002 | 2015              | 3                           | 0,38       | 1,7        | 12,1                 | 19      | 9,3      | 6        | 1                     | 12        | 2,6                   | 1,3                   |
| Den Bosch    | Den Bosch, IJzeren Vrouw                    | oSTDENB051  | 2015              | 0                           | 0,01       | 0,5        | 9,2                  | 18      | 8,2      | 37       | 10                    | 46        | 0,4                   | 0,18                  |
|              | Den Bosch, Ploossche Plas                   | oSTDENB052  | 2013 <sup>b</sup> | 1                           | 0,01       | 0,6        | 8,6                  | 23      | 8,6      | 57       | 41                    | 54        | 0,4                   | 0,3                   |
|              | Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel (uitlaat) | oSTDENB011  | 2015              | 0                           | 0,06       | 1,0        | 4,8                  | 15      | 7,2      | 32       | 18                    | 53        | 0,2                   | 0,13                  |
|              | Den Bosch, Maaspoort (inlaat)               | oSTDENB003  | 2015              | 0                           | 0,06       | 2,3        | 8,6                  | 19      | 8,1      | 37       | 57                    | 59        | 0,8                   | 1,62                  |
|              | Den Bosch, Maaspoort - Noord (uitlaat)      | oSTDENB118  | 2015              | 0                           | 0,04       | 1,1        | 6,7                  | 16      | 7,5      | 42       | 45                    | 50        | 0,3                   | 0,16                  |
|              | Engelen, Kokmeeuw                           | oSTDENB057  | 2015              | 0                           | 0,07       | 1,9        | 4,2                  | 17      | 7,5      | 58       | 59                    | 63        | 0,3                   | 0,14                  |
|              | Rosmalen, Oosteinderweg                     | oSTDENB077  | 2015              | 0                           | 0,09       | 0,5        | 5,3                  | 18      | 7,8      | 59       | 63                    | 62        | 0,3                   | 0,18                  |
| Deurne       | Deurne, ten westen van Heiakkerpad          | oSTDEUR005  | 2015              | 0                           | 0,16       | 2,5        | 6,2                  | 17      | 7,6      | 32       | 65                    | 62        | 0,7                   | 0,34                  |
|              | Deurne, Visvijver Peellandvijver            | oVVDEUR004  | 2015              | 3                           | 0,18       | 1,0        | 7,1                  | 17      | 8,0      | 29       | 54                    | 48        | 0,7                   | 0,43                  |
| Gemert-Bakel | Gemert, Visvijver Diederikstraat            | oSTGEME002  | 2015              | 3                           | 0,46       | 3,4        | 8,8                  | 17      | 7,9      | 34       | 49                    | 42        | 5,6                   | 4,5                   |
| Grave        | Grave, Lovendaalsingel                      | oSTGRAV000  | 2015              | 0                           | 0,11       | 0,6        | 10,9                 | 17      | 9,5      | 66       | 5                     | 39        | 2,9                   | 1,5                   |
|              | Grave, Vijver Anna van Burenweg             | oSTGRAV001  | 2015              | 0                           | 1,93       | 1,1        | 8,6                  | 18      | 8,0      | 35       | 38                    | 52        | 0,6                   | 0,22                  |
| Helmond      | Helmond, Hortensialaan                      | oSTHELM000  | 2015              | 3                           | 0,44       | 1,7        | 8,4                  | 16      | 8,2      | 10       | 5                     | 23        | 1,2                   | 1,06                  |
|              | Helmond, Rochadeweg en Stipdonkseweg        | oSTHELM020  | 2015              | 1                           | 0,25       | 1,3        | 5,6                  | 16      | 7,7      | 54       | 44                    | 58        | 1,1                   | 0,49                  |
| Oss          | Geffen, De Wiel                             | oSTGEFF000  | 2015              | 3                           | 0,99       | 6,2        | 1,1                  | 17      | 7,4      | 19       | 3                     | 31        | 9,2                   | 9,1                   |
|              | Oss, Elzeneindvijver                        | oSTOSS_003  | 2015              | 1                           | 0,06       | 0,9        | 7,3                  | 18      | 7,9      | 35       | 82                    | 53        | 0,3                   | 0,15                  |
|              | Ravenstein, Stadsgracht                     | oSTRAVE001  | 2015              | 0                           | 0,07       | 1,5        | 4,9                  | 17      | 7,6      | 36       | 71                    | 60        | 0,5                   | 0,15                  |
| Someren      | Someren, Dr. Eijnattenlaan                  | oSTSOME003  | 2015              | 0                           | 0,30       | 1,7        | 3,8                  | 17      | 7,4      | 20       | 40                    | 37        | 1,3                   | 0,39                  |
|              | Someren, Looze 1                            | oSTSOME000  | 2015              | 2                           | 0,25       | 1,2        | 2,2                  | 16      | 7,0      | 16       | 4                     | 20        | 0,2                   | 0,07                  |
| Uden         | Uden, Stadswater Melle                      | oSTUDEN001  | 2015              | 0                           | 0,04       | 1,7        | 3,5                  | 16      | 6,0      | 29       | 100                   | 38        | 0,2                   | 0,04                  |
| Veghel       | Veghel, Visvijver Het ven                   | oVVVEGH001  | 2015              | 3                           | 0,17       | 1,1        | 5,3                  | 17      | 7,9      | 23       | 12                    | 39        | 1,4                   | 1,05                  |

a: Locatie kon in 2015 niet representatief bemonsterd worden vanwege een te weinig water.

b: Locatie is per 2014 komen te vervallen en vervangen door locatie Maaspoort - Noord (uitlaat)

### Legenda blauwalg

|  |                              |
|--|------------------------------|
|  | ≥ 100.000 n/ml of drijfslaag |
|  | > 50.000 en < 100.000 n/ml   |
|  | > 0 en < 50.000 n/ml         |
|  | 0 n/ml                       |

### Legenda O<sub>2</sub>

|  |                     |
|--|---------------------|
|  | ≤ 2,0 mg/l          |
|  | > 2,0 en < 5,0 mg/l |
|  | ≥ 5,0 mg/l          |

### Legenda T

|  |           |
|--|-----------|
|  | T ≤ 25 °C |
|  | T > 25 °C |

### Legenda pH

|  |       |
|--|-------|
|  | ≤ 9,0 |
|  | > 9,0 |

### Legenda N<sub>tot</sub>

|  |                     |
|--|---------------------|
|  | ≤ 2,2 mg/l          |
|  | > 2,2 en ≤ 4,4 mg/l |
|  | > 4,4 mg/l          |

### Legenda SO<sub>4</sub>

|  |            |
|--|------------|
|  | ≤ 100 mg/l |
|  | > 100 mg/l |

### Legenda Cl

|  |            |
|--|------------|
|  | ≤ 150 mg/l |
|  | > 150 mg/l |

### Legenda P<sub>tot</sub>

|  |                       |
|--|-----------------------|
|  | ≤ 0,15 mg/l           |
|  | > 0,15 en ≤ 0,30 mg/l |
|  | > 0,30 mg/l           |

### Legenda NH<sub>4</sub> (JGM en MAX)

|  |       |
|--|-------|
|  | ≤ 1,0 |
|  | > 1,0 |

### Legenda EGV

|  |            |
|--|------------|
|  | ≤ 100 mS/m |
|  | > 100 mS/m |

Gecorrigeerd voor T en pH (KRW)



## Bijlage 5: Trends per waterpartij over periode 2010-2015

Beschikbare meetjaren per waterpartij en de mogelijkheid voor uitvoeren van een trendanalyse via Trendanalist:

| MEPID  | MEPAN      | Locatie                                          | Gemeente     | X      | Y      | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Aantal_beschikb_j | Trendanalyse_mogelijk |
|--------|------------|--------------------------------------------------|--------------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|-------------------|-----------------------|
| 900093 | oVVBEDO001 | Beek en Donk, <i>Visvijver</i> oost van Otterweg | Beek en Donk | 171780 | 393960 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 6                 | ja                    |
| 185084 | oSTBEDO000 | Beek en Donk, Waterpartij Muziektuin             |              | 172187 | 393919 |      |      |      | 1    | 1    | 1    | 3                 | nee                   |
| 149473 | oSTHEES003 | Heesch, De Hoef 2                                | Bernheze     | 165632 | 415764 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 5                 | nee                   |
| 149438 | oSTHEES002 | Stadswater De Ploeg te Heesch                    |              | 165315 | 415519 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 6                 | ja                    |
| 990608 | oSTMAHE000 | Maashees, Rieterweg                              | Boxmeer      | 199512 | 398052 | 1    |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 5                 | ja                    |
| 900058 | oSTCUYK000 | Cuijk, Heggenrank-Sleedoorn                      | Cuijk        | 187978 | 416266 | 1    |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 5                 | ja                    |
| 343535 | oSTCUYK002 | Cuijk, Hoek Wegedoorn/Gele Lis                   |              | 187591 | 416481 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 6                 | ja                    |
| 990132 | oSTDENB051 | Den Bosch, IJzeren Vrouw                         | Den Bosch    | 150103 | 411839 |      |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 4                 | nee                   |
| 990133 | oSTDENB052 | Den Bosch, Ploossche Plas                        |              | 150873 | 414544 |      |      | 1    | 1    |      |      | 2                 | nee                   |
| 343543 | oSTDENB011 | Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel (uitlaat)      |              | 146143 | 411833 | 1    |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 5                 | ja                    |
| 900061 | oSTDENB003 | Den Bosch, Maaspoort (inlaat)                    |              | 149720 | 415941 |      |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 4                 | nee                   |
| 185088 | oSTDENB118 | Maaspoort - Noord (uitlaat)                      |              | 151118 | 414546 |      |      |      |      | 1    | 1    | 2                 | nee                   |
| 990142 | oSTDENB057 | Engelen, Kokmeeuw                                |              | 146595 | 414611 |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 5                 | nee                   |
| 990162 | oSTDENB077 | Rosmalen, Oosteinderweg                          |              | 153666 | 415334 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 6                 | ja                    |
| 999971 | oSTDEUR005 | Deurne, ten westen van Heiakkerpad               | Deurne       | 184219 | 386764 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 6                 | ja                    |
| 900123 | oVVDEUR004 | Deurne, <i>Visvijver</i> Peellandvijver          |              | 182764 | 384448 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 6                 | ja                    |
| 185063 | oSTGEME002 | Gemert, <i>Visvijver</i> Diederikstraat          | Gemert       | 176143 | 395619 |      |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 4                 | nee                   |
| 349760 | oSTGRAV000 | Grave, Lovendaalsingel                           | Grave        | 179031 | 418855 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 6                 | ja                    |
| 900090 | oSTGRAV001 | Grave, Vijver Anna van Burenweg                  |              | 179985 | 418263 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 6                 | ja                    |
| 143006 | oSTHELM000 | Helmond, Hortensialaan                           | Helmond      | 175196 | 387977 |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 5                 | nee                   |
| 185082 | oSTHELM020 | Helmond, Rochadeweg en Stipdonkseweg 1           |              | 176610 | 384912 | 1    | 1    | 1    | 1    |      | 1    | 5                 | ja                    |
| 990308 | oSTHELM026 | Helmond, Rochadeweg en Stipdonkseweg 2           |              | 176442 | 384906 |      |      |      |      | 1    |      | 1                 | nee                   |
| 185073 | oSTGEFF000 | Geffen, De Wiel                                  | Oss          | 159969 | 416686 | 1    |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 5                 | ja                    |
| 900064 | oSTOSS_003 | Oss, Elzeneindvijver                             |              | 162986 | 417881 | 1    |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 5                 | ja                    |
| 343533 | oSTRAVE001 | Ravenstein, Stadsgracht                          |              | 173633 | 422988 |      |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 4                 | nee                   |
| 185028 | oSTSOME003 | Someren, Dr. Eijnattenlaan                       | Someren      | 177492 | 377685 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 6                 | ja                    |
| 149298 | oSTSOME000 | Someren, Looze 1                                 |              | 177257 | 376895 |      |      | 1    | 1    | 1    | 1    | 4                 | nee                   |
| 143003 | oSTUDEN001 | Uden, Stadswater Melle                           | Uden         | 171962 | 408465 |      |      |      | 1    | 1    | 1    | 3                 | nee                   |
| 900066 | oVVVEGH001 | Veghel, <i>Visvijver</i> Het ven                 | Veghel       | 166490 | 405028 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 6                 | ja                    |



Resultaat trendanalyse per waterpartij via Trendanalist:

| Gemeente     | Locatie                                     | MEPAN      | Cl [mg/l]<br>mg/l | GELDHD [mS/m]<br>mS/m | NH4 [mg/l][N]<br>mg/l | NKj [mg/l][N]<br>mg/l | Ntot [mg/l][N]<br>mg/l | O2 [mg/l]<br>mg/l | pH<br>DIMSLs | PO4 [mg/l][Pnf]<br>mg/l | Ptot [mg/l][P]<br>mg/l | sNO3NO2 [mg/l][N]<br>mg/l | SO4 [mg/l]<br>mg/l | T [oC]<br>oC |
|--------------|---------------------------------------------|------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|--------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|--------------|
| Beek en Donk | Beek en Donk, Visvijver oost van Otterweg   | oVVBEDO001 |                   | Geen trend            |                       | Geen trend            |                        | Geen trend        | Geen trend   |                         | Geen trend             | Geen trend                |                    | Geen trend   |
| Bernheze     | Heesch, De Ploeg                            | oSTHEES002 |                   | -7,4%                 |                       | Geen trend            |                        | Geen trend        | Geen trend   |                         | -16,9%                 | Geen trend                |                    | Geen trend   |
| Boxmeer      | Maashees, Rieterweg                         | oSTMAHE000 |                   | -3,1%                 |                       | Geen trend            | Geen trend             | Geen trend        | Geen trend   |                         | -31,1%                 | Geen trend                |                    | Geen trend   |
| Cuijk        | Cuijk, Heggenrank-Sleedoom                  | oSTCUYK000 | Geen trend        | Geen trend            | Geen trend            | Geen trend            |                        | Geen trend        | Geen trend   | Geen trend              | Geen trend             | Geen trend                | Geen trend         | 8,8%         |
|              | Cuijk, Hoek Wegedoom/Gele Lis               | oSTCUYK002 |                   | Geen trend            |                       | Geen trend            |                        | Geen trend        | Geen trend   |                         | Geen trend             |                           |                    | Geen trend   |
| Den Bosch    | Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel (uitlaat) | oSTDENB011 | Geen trend        | Geen trend            | -38,6%                | Geen trend            | Geen trend             | Geen trend        | Geen trend   |                         | -59,9%                 | -40,4%                    | -8,5%              | 9,0%         |
|              | Rosmalen, Oosteinderweg                     | oSTDENB077 |                   | Geen trend            |                       | -11,3%                |                        | Geen trend        | Geen trend   |                         | -25,4%                 | Geen trend                |                    | Geen trend   |
| Deurne       | Deurne, ten westen van Heiakkerpad          | oSTDEUR005 |                   | Geen trend            |                       | Geen trend            | Geen trend             | Geen trend        | Geen trend   |                         | Geen trend             | Geen trend                |                    | Geen trend   |
|              | Deurne, Visvijver Peellandvijver            | oVVDEUR004 |                   | Geen trend            |                       | Geen trend            |                        | Geen trend        | Geen trend   |                         | Geen trend             |                           |                    | Geen trend   |
| Grave        | Grave, Lovendaalsingel                      | oSTGRAV000 |                   | -4,5%                 |                       | -27,2%                |                        | Geen trend        | Geen trend   |                         | -28,9%                 |                           |                    | Geen trend   |
|              | Grave, Vijver Anna van Burenweg             | oSTGRAV001 |                   | Geen trend            |                       | Geen trend            |                        | 6,6%              | 2,4%         |                         | 50,5%                  |                           |                    | Geen trend   |
| Helmond      | Helmond, Rochadeweg en Stipdonkseweg        | oSTHELM020 |                   | Geen trend            |                       | Geen trend            |                        | Geen trend        | Geen trend   |                         | -17,5%                 |                           |                    | Geen trend   |
| Oss          | Geffen, De Wiel                             | oSTGEFF000 |                   | -4,6%                 |                       | Geen trend            |                        | Geen trend        | 2,1%         |                         | Geen trend             | Geen trend                |                    | Geen trend   |
|              | Oss, Elzeneindvijver                        | oSTOSS_003 | Geen trend        | Geen trend            | Geen trend            | Geen trend            | Geen trend             | Geen trend        | Geen trend   |                         | Geen trend             | Geen trend                | Geen trend         | 5,8%         |
| Someren      | Someren, Dr. Eijnattenlaan                  | oSTSOME003 |                   | Geen trend            |                       | -24,8%                |                        | Geen trend        | Geen trend   |                         | -24,5%                 |                           |                    | Geen trend   |
| Veghel       | Veghel, Visvijver Het ven                   | oVVVEGH001 |                   | Geen trend            |                       |                       |                        | Geen trend        | Geen trend   |                         |                        |                           |                    | Geen trend   |

| Gemeente     | Locatie                                     | MEPAN      | Anabaena<br>n/ml | Aphanozomenon<br>n/ml | Microcystis<br>n/ml | Planktothrix<br>n/ml | Woronichinia<br>n/ml | Tot. tox. Blauwalgen<br>n/ml |
|--------------|---------------------------------------------|------------|------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|
| Beek en Donk | Beek en Donk, Visvijver oost van Otterweg   | oVVBEDO001 | Geen trend       | Geen trend            | Geen trend          | Geen trend           | Geen trend           | Geen trend                   |
| Bernheze     | Heesch, De Ploeg                            | oSTHEES002 |                  |                       |                     |                      |                      |                              |
| Boxmeer      | Maashees, Rieterweg                         | oSTMAHE000 |                  |                       |                     |                      |                      |                              |
| Cuijk        | Cuijk, Heggenrank-Sleedoom                  | oSTCUYK000 |                  |                       |                     |                      |                      |                              |
|              | Cuijk, Hoek Wegedoom/Gele Lis               | oSTCUYK002 |                  |                       |                     |                      |                      |                              |
| Den Bosch    | Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel (uitlaat) | oSTDENB011 |                  |                       |                     |                      |                      |                              |
|              | Rosmalen, Oosteinderweg                     | oSTDENB077 |                  |                       |                     |                      |                      |                              |
| Deurne       | Deurne, ten westen van Heiakkerpad          | oSTDEUR005 |                  |                       |                     |                      |                      |                              |
|              | Deurne, Visvijver Peellandvijver            | oVVDEUR004 | Geen trend       | Geen trend            | Geen trend          | Geen trend           | Geen trend           | Geen trend                   |
| Grave        | Grave, Lovendaalsingel                      | oSTGRAV000 |                  |                       |                     |                      |                      |                              |
|              | Grave, Vijver Anna van Burenweg             | oSTGRAV001 |                  |                       |                     |                      |                      |                              |
| Helmond      | Helmond, Rochadeweg en Stipdonkseweg        | oSTHELM020 |                  |                       |                     |                      |                      |                              |
| Oss          | Geffen, De Wiel                             | oSTGEFF000 | Geen trend       | Geen trend            | Geen trend          | Geen trend           | Geen trend           | Geen trend                   |
|              | Oss, Elzeneindvijver                        | oSTOSS_003 |                  |                       |                     |                      |                      |                              |
| Someren      | Someren, Dr. Eijnattenlaan                  | oSTSOME003 |                  |                       |                     |                      |                      |                              |
| Veghel       | Veghel, Visvijver Het ven                   | oVVVEGH001 | Geen trend       | Geen trend            |                     | Geen trend           | -439,9%              | -74,5%                       |

Legenda
 

Geen trend

Negatieve trend

Positieve trend

Geen trendanalyse mogelijk

Oordeel trend
 

≤ 1%

> 1% - ≤ 5%

> 5% - ≤ 10%

> 10% - ≤ 25%

> 25%

Geen tot zeer kleine trend  
 Kleine trend  
 Matige trend  
 Grote trend  
 Zeer grote trend  
 Geen trendbepaling mogelijk



Bijlage 6: Combinatie Toestand & Trends periode 2010-2015

A: Tabel toestand 2015 en trend 2010-2015

| Gemeente     | Locatie                                     | Meetpunt   | Periode trend<br>(aantal jaar) | Jaar toestand | Blauwalg<br>klassenindeling | Ptot       | Ntot       | O2         | T          | pH         | Cl         | SO4        | EGV        | NH4        |
|--------------|---------------------------------------------|------------|--------------------------------|---------------|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Beek en Donk | Beek en Donk, Visvijver oost van Otterweg   | oVVBEDO001 | 6                              | 2015          | geen trend                  | geen trend |            | geen trend | geen trend | geen trend |            |            | geen trend |            |
|              | Beek en Donk, Waterpartij Muziektuin        | oSTBEDO000 | 3                              | 2015          |                             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Bernheze     | Heesch, De Hoef 2                           | oSTHEES003 | 5                              | 2014 a        |                             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|              | Heesch, De Ploeg                            | oSTHEES002 | 6                              | 2015          |                             | - 16,9 %   |            | geen trend | geen trend | geen trend |            |            | -7,4 %     |            |
| Boxmeer      | Maashees, Rieterweg                         | oSTMAHE000 | 5                              | 2015          |                             | - 31,1 %   | geen trend | geen trend | geen trend | geen trend |            |            | -3,1 %     |            |
| Cuijk        | Cuijk, Heggenrank-Sleedoorn                 | oSTCUYK000 | 5                              | 2015          |                             | geen trend |            | geen trend | + 8,8 %    | geen trend | geen trend | geen trend | geen trend | geen trend |
|              | Cuijk, Hoek Wegedoorn/Gele Lis              | oSTCUYK002 | 6                              | 2015          |                             | geen trend |            | geen trend | geen trend | geen trend | geen trend | geen trend | geen trend |            |
| Den Bosch    | Den Bosch, IJzeren Vrouw                    | oSTDENB051 | 4                              | 2015          |                             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|              | Den Bosch, Ploossche Plas                   | oSTDENB052 | 2                              | 2013 b        |                             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|              | Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel (uitlaat) | oSTDENB011 | 5                              | 2015          |                             | -59,9 %    | geen trend | geen trend | + 9,0 %    | geen trend |            | - 8,5 %    | geen trend | -38,6 %    |
|              | Den Bosch, Maaspoort (inlaat)               | oSTDENB003 | 4                              | 2015          |                             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|              | Den Bosch, Maaspoort - Noord (uitlaat)      | oSTDENB118 | 2                              | 2015          |                             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|              | Engelen, Kokmeeuw                           | oSTDENB057 | 5                              | 2015          |                             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|              | Rosmalen, Oosteinderweg                     | oSTDENB077 | 6                              | 2015          |                             | - 25,4 %   |            | geen trend | geen trend | geen trend |            |            | geen trend |            |
| Deurne       | Deurne, ten westen van Heiakkerpad          | oSTDEUR005 | 6                              | 2015          |                             | geen trend | geen trend | geen trend | geen trend | geen trend |            |            | geen trend |            |
|              | Deurne, Visvijver Peellandvijver            | oVVDEUR004 | 6                              | 2015          | geen trend                  | geen trend |            | geen trend | geen trend | geen trend |            |            | geen trend |            |
| Gemert-Bakel | Gemert, Visvijver Diederikstraat            | oSTGEME002 | 4                              | 2015          |                             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Grave        | Grave, Lovendaalsingel                      | oSTGRAV000 | 6                              | 2015          |                             | -28,9 %    |            | geen trend | geen trend | geen trend |            |            | -4,5 %     |            |
|              | Grave, Vijver Anna van Burenweg             | oSTGRAV001 | 5                              | 2015          |                             | +50,5 %    |            | + 6,6 %    |            | + 2,4 %    |            |            | geen trend |            |
| Helmond      | Helmond, Hortensialaan                      | oSTHELM000 | 5                              | 2015          |                             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|              | Helmond, Rochadeweg en Stipdonkseweg        | oSTHELM020 | 5 (6) c                        | 2015          |                             | -17,5 %    |            | geen trend | geen trend | geen trend |            |            | geen trend |            |
| Oss          | Geffen, De Wiel                             | oSTGEFF000 | 5                              | 2015          | geen trend                  | geen trend |            | geen trend | geen trend | + 2,1 %    |            |            | -4,6 %     |            |
|              | Oss, Elzeneindvijver                        | oSTOSS_003 | 5                              | 2015          |                             | geen trend | geen trend | geen trend | + 5,8 %    | geen trend | geen trend | geen trend | geen trend | geen trend |
|              | Ravenstein, Stadsgracht                     | oSTRAVE001 | 4                              | 2015          |                             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Someren      | Someren, Dr. Eijnattenlaan                  | oSTSOME003 | 6                              | 2015          |                             | - 24,5 %   |            | geen trend | geen trend | geen trend |            |            | geen trend |            |
|              | Someren, Loove 1                            | oSTSOME000 | 4                              | 2015          |                             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Uden         | Uden, Stadswater Melle                      | oSTUDEN001 | 3                              | 2015          |                             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Veghel       | Veghel, Visvijver Het ven d                 | oVVVEGH001 | 6                              | 2015          | - 74,5 %                    |            |            | geen trend | geen trend | geen trend |            |            |            |            |

a: Locatie kon in 2015 niet representatief bemonsterd worden vanwege een te weinig water.  
b: Locatie is per 2014 komen te vervallen en vervangen door locatie Maaspoort - Noord (uitlaat).  
c: In 2014 is op een andere plek in de waterpartij bemonsterd vanwege het kunnen meten van waterdiepte. Meetjaar is buiten meetreeks gehouden voor trendanalyse.  
d: De trend wordt vooral bepaald door Woronichinia. Trendanalyse over deze ene soort leverde een zeer grote dalende trend op (-439,9 %)

Legenda trendanalyse 2010-2015\*

|               |                                                     |
|---------------|-----------------------------------------------------|
| ≤ 1%          | Geen tot zeer kleine trend                          |
| > 1% - ≤ 5%   | Kleine trend                                        |
| > 5% - ≤ 10%  | Matige trend                                        |
| > 10% - ≤ 25% | Grote trend                                         |
| > 25%         | Zeer grote trend                                    |
|               | Geen trendanalyse mogelijk op beschikbare meetreeks |

\*) Uitgevoerd met Trendanalist 5, versie 30 oktober 2014 (5.0.16)  
over alle individuele monsterresultaten

Legenda toestand 2015

Legenda blauwalg

|  |                              |
|--|------------------------------|
|  | ≥ 100.000 n/ml of drijfslaag |
|  | > 50.000 en < 100.000 n/ml   |
|  | > 0 en < 50.000 n/ml         |
|  | 0 n/ml                       |

Legenda O2 (MAX)

|  |                     |
|--|---------------------|
|  | ≤ 2,0 mg/l          |
|  | > 2,0 en < 5,0 mg/l |
|  | ≥ 5,0 mg/l          |

Legenda T (MAX)

|  |           |
|--|-----------|
|  | T ≤ 25 °C |
|  | T > 25 °C |

Legenda pH (MAX)

|  |       |
|--|-------|
|  | ≤ 9,0 |
|  | > 9,0 |

Legenda Ntot (ZHG)

|  |                     |
|--|---------------------|
|  | ≤ 2,2 mg/l          |
|  | > 2,2 en ≤ 4,4 mg/l |
|  | > 4,4 mg/l          |

Legenda SO4 (P90)

|  |            |
|--|------------|
|  | ≤ 100 mg/l |
|  | > 100 mg/l |

Legenda Cl (ZHG)

|  |            |
|--|------------|
|  | ≤ 150 mg/l |
|  | > 150 mg/l |

Legenda Ptot (ZHG)

|  |                       |
|--|-----------------------|
|  | ≤ 0,15 mg/l           |
|  | > 0,15 en ≤ 0,30 mg/l |
|  | > 0,30 mg/l           |

Legenda NH4 (JGM en MAX)

|  |       |
|--|-------|
|  | ≤ 1,0 |
|  | > 1,0 |

Legenda EGV (P90)

|  |            |
|--|------------|
|  | ≤ 100 mS/m |
|  | > 100 mS/m |

Gecorrigeerd voor T en pH (KRW)

B: Tabel ontwikkeling in de tijd voor toestand blauwalgen, N en P over 2010-2015

|                  |                                                                |
|------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>Parameter</b> | Blauwalgen                                                     |
| <b>Eenheid</b>   | Maximaal aantal cellen bepaald via celtelling / kolonietelling |
| <b>Periode</b>   | april t/m december                                             |

| Gemeente     | Locatie                                     | Meetpunt   | Jaar      |            |           |         |            |           |
|--------------|---------------------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|---------|------------|-----------|
|              |                                             |            | 2010      | 2011       | 2012      | 2013    | 2014       | 2015      |
| Beek en Donk | Beek en Donk, Visvijver oost van Otterweg   | oVVBEDO001 | 721.374   | 154.731    |           | 143.070 | 1.963.817  | 122.561   |
|              | Beek en Donk, Waterpartij Muziektuin        | oSTBEDO000 |           |            |           | 0       | 323.033    | 0         |
| Bernheze     | Heesch, De Hoef 2                           | oSTHEES003 |           |            | 0         | 0       | 0          | nb        |
|              | Heesch, De Ploeg                            | oSTHEES002 |           |            | 0         | 0       |            | 0         |
| Boxmeer      | Maashees, Rieterweg                         | oSTMAHE000 |           |            | 0         | 0       | 0          | 0         |
| Cuijk        | Cuijk, Heggenrank-Sleedoorn                 | oSTCUYK000 |           |            | 1.172.584 | 28.596  | 18.313     | 32.850    |
|              | Cuijk, Hoek Wegedoorn/Gele Lis              | oSTCUYK002 |           | 607.506    | 146.277   | 415.655 | 70.414     | 211.317   |
| Den Bosch    | Den Bosch, IJzeren Vrouw                    | oSTDENB051 | 58.681    | drijfslag* | 0         | 1470*   | drijfslag* | 0         |
|              | Den Bosch, Ploossche Plas                   | oSTDENB052 |           | 65.975     |           | 1.848   |            |           |
|              | Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel (uitlaat) | oSTDENB011 |           |            |           | 0       | 0          | 0         |
|              | Den Bosch, Maaspoort (inlaat)               | oSTDENB003 |           |            |           | 0       | 0          | 0         |
|              | Den Bosch, Maaspoort - Noord (uitlaat)      | oSTDENB118 |           |            |           |         | 901        | 0         |
|              | Engelen, Kokmeeuw                           | oSTDENB057 |           |            |           | 0       | 0          | 0         |
|              | Rosmalen, Oosteinderweg                     | oSTDENB077 |           |            |           | 0       | 0          | 0         |
| Deurne       | Deurne, ten westen van Heiakkerpad          | oSTDEUR005 | 717.753   |            | 0         | 0       | 0          | 0         |
|              | Deurne, Visvijver Peellandvijver            | oVVDEUR004 | 758.285   | 1.356.788  | 1.316.236 | 725.790 | 1.657.665  | 425.404   |
| Gemert-Bakel | Gemert, Visvijver Diederikstraat            | oSTGEME002 |           | 415.464    |           | 359.751 | 663.977    | 2.704.656 |
| Grave        | Grave, Lovendaalsingel                      | oSTGRAV000 | 246.175   | 8.338.601  | 135.987   | 471.752 | 476.671    | 0         |
|              | Grave, Vijver Anna van Burenweg             | oSTGRAV001 | 1.874     | 5.256      | 0         | 82.451  | 12.481     | 0         |
| Helmond      | Helmond, Hortensialaan                      | oSTHELM000 |           | 448.308    | 26.110    | 32.237  | 203.334    | 123.037   |
|              | Helmond, Rochadeweg en Stipdonkseweg 1      | oSTHELM020 |           | 867.536    | 89.971    | 205.945 |            | 385       |
|              | Helmond, Rochadeweg en Stipdonkseweg 2      | oSTHELM026 |           |            |           |         | 67.398     |           |
| Oss          | Geffen, De Wiel                             | oSTGEFF000 | 82.844    |            | 960.153   | 16.515  | 0          | 2.304.575 |
|              | Oss, Elzeneindvijver                        | oSTOSS_003 |           |            |           | 0       | 252.858    | 10.134    |
|              | Ravenstein, Stadsgracht                     | oSTRAVE001 |           |            |           | 0       | 0          | 0         |
| Someren      | Someren, Dr. Eijnattenlaan                  | oSTSOME003 |           |            | 0         | 0       | 231        | 0         |
|              | Someren, Looove 1                           | oSTSOME000 | 8.807     |            | 1.191.888 | 610.719 | 1.399.789  | 61.441    |
| Uden         | Uden, Stadswater Melle                      | oSTUDEN001 |           |            |           | 0       | 0          | 0         |
| Veghel       | Veghel, Visvijver Het ven                   | oVVVEGH001 | 1.004.820 | 510.276    | 85.129    | 679.041 | 133.816    | 247.399   |

\* = drijfslag blauwalg

1) en 2): Meetlocatie 2 is ter vervanging van 1). Meetlocatie verplaatst vanwege betere meetbaarheid doorzicht en diepte.

N.B.: In de IJzeren Vrouw zijn in 2011, 2013 en 2014 wel blauwalgen aangetroffen. Echter, niet op de projectlocatie op de steiger bij het tankstation, maar ter hoogte van resp. de Ophoviuslaan (2011) en de Moseigneur Diepenstraat. In 2014 werd lokaal een beperkte drijfslag gezien van algen. Hierin waren ook blauwalgen aanwezig.

Stadswater De Ploeg in Heesch is halverwege 2014 bij het signaleringsmeetnet gevoegd. Daarvóór werd gemeten in kader van effectmonitoring na herinrichting vanwege problemen met blauwalgen.

**Legenda**

|   |                                        |
|---|----------------------------------------|
| 3 | ≥ 100.000 n/ml of drijfslag            |
| 2 | > 50.000 en < 100.000 n/ml             |
| 1 | > 0 en < 50.000 n/ml                   |
| 0 | 0 n/ml                                 |
| a | niet verdacht en daarom niet gescreend |
| b | niet opgenomen in meetnet              |

nb = geen representatieve monsternamen mogelijk door te lage waterstand in 2015 in De Hoef.

|                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| <b>Parameter</b>        | Ntot                            |
| <b>Eenheid</b>          | mg N/l                          |
| <b>Bewerkingmethode</b> | gemiddelde in periode jun - aug |

| Gemeente     | Locatie                                     | Meetpunt   | Jaar |      |      |      |      |      |
|--------------|---------------------------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|
|              |                                             |            | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| Beek en Donk | Beek en Donk, Visvijver oost van Otterweg   | oVVBEDO001 | 2,9  | 2,9  | 2,9  | 1,9  | 4,6  | 1,4  |
|              | Beek en Donk, Waterpartij Muziektuin        | oSTBEDO000 |      |      |      | 1,4  | 2,3  | 2,0  |
| Bernheze     | Heesch, De Hoef 2                           | oSTHEES003 | 3,7  | 2,2  | 1,6  | 4,6  | 1,5  |      |
|              | Heesch, De Ploeg                            | oSTHEES002 | 1,4  | 1,8  | 1,9  | 1,7  | 1,6  | 1,1  |
| Boxmeer      | Maashees, Rieterweg                         | oSTMAHE000 | 5,1  |      | 5,1  | 5,4  | 3,6  | 4,1  |
| Cuijk        | Cuijk, Heggenrank-Sleedoorn                 | oSTCUYK000 | 2,3  |      | 2,3  | 2,9  | 1,7  | 1,2  |
|              | Cuijk, Hoek Wegedoorn/Gele Lis              | oSTCUYK002 | 2,2  | 2,7  | 2,6  | 3,4  | 2,5  | 1,7  |
| Den Bosch    | Den Bosch, IJzeren Vrouw                    | oSTDENB051 |      |      | 0,9  | 0,7  | 0,6  | 0,5  |
|              | Den Bosch, Ploossche Plas                   | oSTDENB052 |      |      | 0,9  | 0,6  |      |      |
|              | Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel (uitlaat) | oSTDENB011 | 1,3  |      | 1,2  | 0,8  | 1,1  | 1,0  |
|              | Den Bosch, Maaspoort (inlaat)               | oSTDENB003 |      |      | 3,0  | 1,0  | 2,7  | 2,3  |
|              | Den Bosch, Maaspoort - Noord (uitlaat)      | oSTDENB118 |      |      |      |      | 1,0  | 1,1  |
|              | Engelen, Kokmeeuw                           | oSTDENB057 |      | 2,8  | 3,1  | 2,2  | 2,9  | 1,9  |
|              | Rosmalen, Oosteinderweg                     | oSTDENB077 | 1,6  | 1,6  | 1,6  | 0,9  | 1,1  | 0,5  |
| Deurne       | Deurne, ten westen van Heiakkerpad          | oSTDEUR005 | 3,0  | 3,3  | 3,5  | 2,3  | 4,6  | 2,5  |
|              | Deurne, Visvijver Peellandvijver            | oVVDEUR004 | 2,4  | 2,1  | 2,6  | 2,3  | 1,9  | 1,0  |
| Gemert-Bakel | Gemert, Visvijver Diederikstraat            | oSTGEME002 |      |      | 1,9  | 1,6  | 2,4  | 3,4  |
| Grave        | Grave, Lovendaalsingel                      | oSTGRAV000 | 4,4  | 3,3  | 1,8  | 1,5  | 2,2  | 0,6  |
|              | Grave, Vijver Anna van Burenweg             | oSTGRAV001 | 2,9  | 2,2  | 2,4  | 2,2  | 2,1  | 1,1  |
| Helmond      | Helmond, Hortensialaan                      | oSTHELM000 |      | 3,1  | 3,1  | 3,4  | 3,9  | 1,7  |
|              | Helmond, Rochadeweg en Stipdonkseweg 1      | oSTHELM020 | 4,0  | 5,0  | 2,7  | 2,3  |      | 1,3  |
|              | Helmond, Rochadeweg en Stipdonkseweg 2      | oSTHELM026 |      |      |      |      | 2,1  |      |
| Oss          | Geffen, De Wiel                             | oSTGEFF000 | 4,0  |      | 3,5  | 3,1  | 2,6  | 6,2  |
|              | Oss, Elzeneindvijver                        | oSTOSS_003 | 2,2  |      | 2,5  | 2,4  | 1,3  | 0,9  |
|              | Ravenstein, Stadsgracht                     | oSTRAVE001 |      |      | 3,8  | 2,3  | 2,0  | 1,5  |
| Someren      | Someren, Dr. Eijnattenlaan                  | oSTSOME003 | 7,7  | 8,6  | 3,9  | 6,0  | 4,0  | 1,7  |
|              | Someren, Looze 1                            | oSTSOME000 |      |      | 3,6  | 3,5  | 3,0  | 1,2  |
| Uden         | Uden, Stadswater Melle                      | oSTUDEN001 |      |      |      | 0,5  | 1,3  | 1,7  |
| Veghel       | Veghel, Visvijver Het ven                   | oVVVEGH001 |      |      | 2,2  | 2,2  | 2,1  | 1,1  |

#### Legenda

|  |                     |            |
|--|---------------------|------------|
|  | ≤ 2,2 mg/l          | (≤ 1x MTR) |
|  | > 2,2 en ≤ 4,4 mg/l | (≤ 2x MTR) |
|  | > 4,4 mg/l          | (> 2x MTR) |
|  | niet gemeten        |            |

1) en 2): Meetlocatie 2 is ter vervanging van 1). Meetlocatie verplaatst vanwege betere meetbaarheid doorzicht en diepte.

|                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| <b>Parameter</b>        | Ptot                            |
| <b>Eenheid</b>          | mg P/l                          |
| <b>Bewerkingmethode</b> | gemiddelde in periode jun - aug |

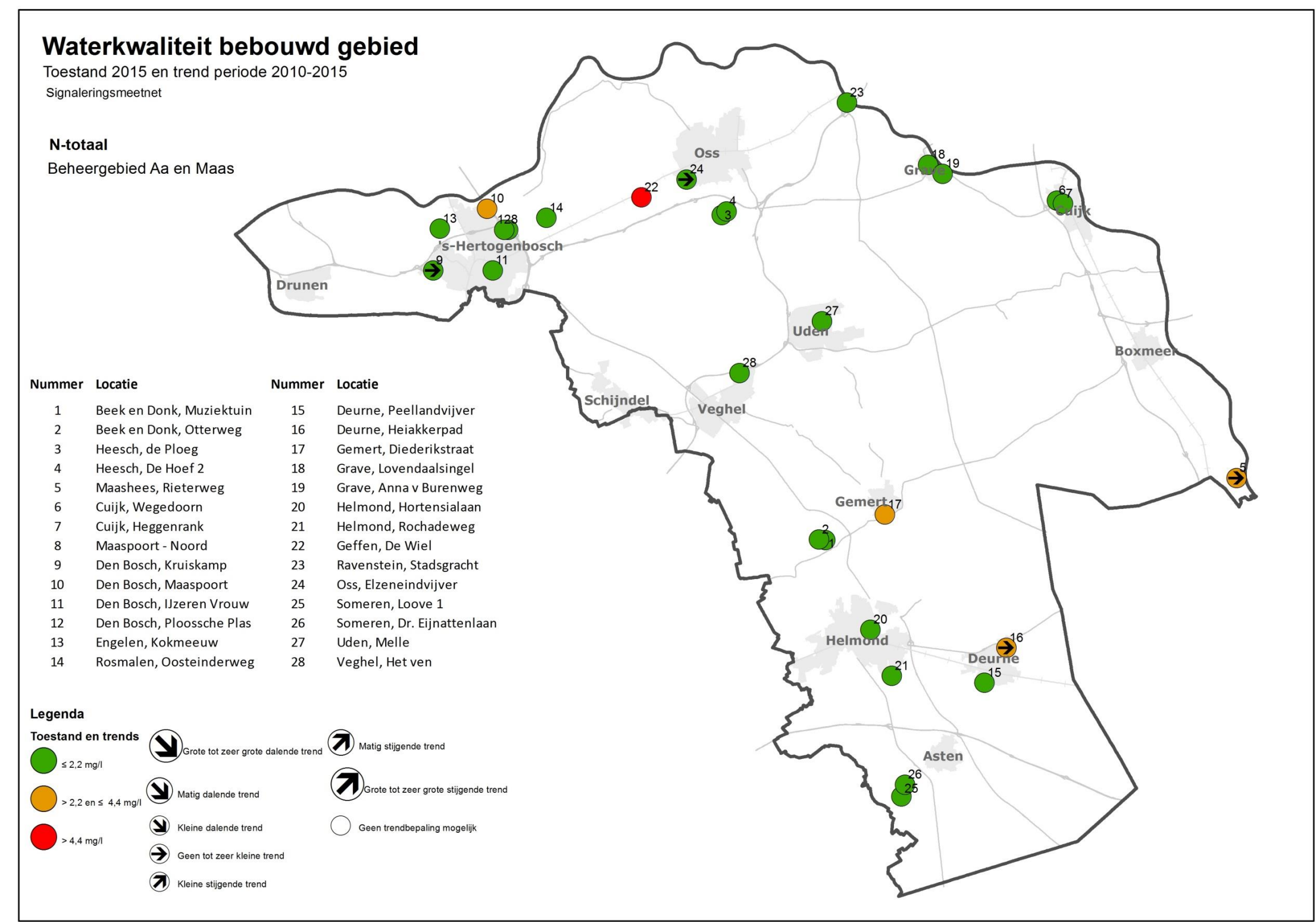
| Gemeente     | Locatie                                     | Meetpunt   | Jaar |      |      |      |      |      |
|--------------|---------------------------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|
|              |                                             |            | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| Beek en Donk | Beek en Donk, Visvijver oost van Otterweg   | oVVBEDO001 | 0,42 | 0,33 | 0,37 | 0,24 | 0,46 | 0,26 |
|              | Beek en Donk, Waterpartij Muziektuin        | oSTBEDO000 |      |      |      | 0,18 | 0,37 | 0,34 |
| Bernheze     | Heesch, De Hoef 2                           | oSTHEES003 | 0,42 | 0,20 | 0,19 | 0,46 | 0,16 |      |
|              | Heesch, De Ploeg                            | oSTHEES002 | 0,26 | 0,33 | 0,39 | 0,20 | 0,13 | 0,24 |
| Boxmeer      | Maashees, Rieterweg                         | oSTMAHE000 | 0,29 |      | 0,26 | 0,10 | 0,12 | 0,12 |
| Cuijk        | Cuijk, Heggenrank-Sleedoorn                 | oSTCUYK000 | 0,34 |      | 0,22 | 0,32 | 0,18 | 0,29 |
|              | Cuijk, Hoek Wegedoorn/Gele Lis              | oSTCUYK002 | 0,32 | 0,31 | 0,25 | 0,32 | 0,23 | 0,38 |
| Den Bosch    | Den Bosch, IJzeren Vrouw                    | oSTDENB051 |      |      | 0,08 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
|              | Den Bosch, Ploossche Plas                   | oSTDENB052 |      |      | 0,04 | 0,01 |      |      |
|              | Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel (uitlaat) | oSTDENB011 | 0,23 |      | 0,10 | 0,01 | 0,04 | 0,06 |
|              | Den Bosch, Maaspoort (inlaat)               | oSTDENB003 |      |      | 1,00 | 0,19 | 0,08 | 0,06 |
|              | Den Bosch, Maaspoort - Noord (uitlaat)      | oSTDENB118 |      |      |      |      | 0,04 | 0,04 |
|              | Engelen, Kokmeeuw                           | oSTDENB057 |      | 0,20 | 0,19 | 0,03 | 0,13 | 0,07 |
|              | Rosmalen, Oosteinderweg                     | oSTDENB077 | 0,14 | 0,24 | 0,17 | 0,06 | 0,07 | 0,09 |
| Deurne       | Deurne, ten westen van Heiakkerpad          | oSTDEUR005 | 0,25 | 0,12 | 0,19 | 0,12 | 0,24 | 0,16 |
|              | Deurne, Visvijver Peellandvijver            | oVVDEUR004 | 0,24 | 0,19 | 0,26 | 0,14 | 0,16 | 0,18 |
| Gemert-Bakel | Gemert, Visvijver Diederikstraat            | oSTGEME002 |      |      | 0,13 | 0,06 | 0,13 | 0,46 |
| Grave        | Grave, Lovendaalsingel                      | oSTGRAV000 | 0,49 | 0,43 | 0,37 | 0,15 | 0,23 | 0,11 |
|              | Grave, Vijver Anna van Burenweg             | oSTGRAV001 | 0,40 | 0,35 | 0,67 | 0,60 | 1,50 | 1,93 |
| Helmond      | Helmond, Hortensialaan                      | oSTHELM000 |      | 0,32 | 0,47 | 0,39 | 0,37 | 0,44 |
|              | Helmond, Rochadeweg en Stipdonkseweg 1      | oSTHELM020 | 0,36 | 0,56 | 0,25 | 0,23 |      | 0,25 |
|              | Helmond, Rochadeweg en Stipdonkseweg 2      | oSTHELM026 |      |      |      |      | 0,21 |      |
| Oss          | Geffen, De Wiel                             | oSTGEFF000 | 0,36 |      | 0,34 | 0,28 | 0,33 | 0,99 |
|              | Oss, Elzeneindvijver                        | oSTOSS_003 | 0,18 |      | 0,09 | 0,04 | 0,06 | 0,06 |
|              | Ravenstein, Stadsgracht                     | oSTRAVE001 |      |      | 0,12 | 0,03 | 0,08 | 0,07 |
| Someren      | Someren, Dr. Eijnattenlaan                  | oSTSOME003 | 1,00 | 1,20 | 0,45 | 0,71 | 0,53 | 0,30 |
|              | Someren, Loove 1                            | oSTSOME000 |      |      | 0,45 | 0,43 | 0,38 | 0,25 |
| Uden         | Uden, Stadswater Melle                      | oSTUDEN001 |      |      |      | 0,01 | 0,02 | 0,04 |
| Veghel       | Veghel, Visvijver Het ven                   | oVVVEGH001 |      |      | 0,26 | 0,16 | 0,28 | 0,17 |

#### Legenda

|  |                       |            |
|--|-----------------------|------------|
|  | ≤ 0,15 mg/l           | (≤ 1x MTR) |
|  | > 0,15 en ≤ 0,30 mg/l | (≤ 2x MTR) |
|  | > 0,30 mg/l           | (> 2x MTR) |
|  | niet gemeten          |            |

1) en 2): Meetlocatie 2 is ter vervanging van 1). Meetlocatie verplaatst vanwege betere meetbaarheid doorzicht en diepte.

C: Kaart spreiding toestand en trend over beheergebied





# Waterkwaliteit bebouwd gebied

Toestand 2015 en trend periode 2010-2015

Signaleringsmeetnet

## P-totaal

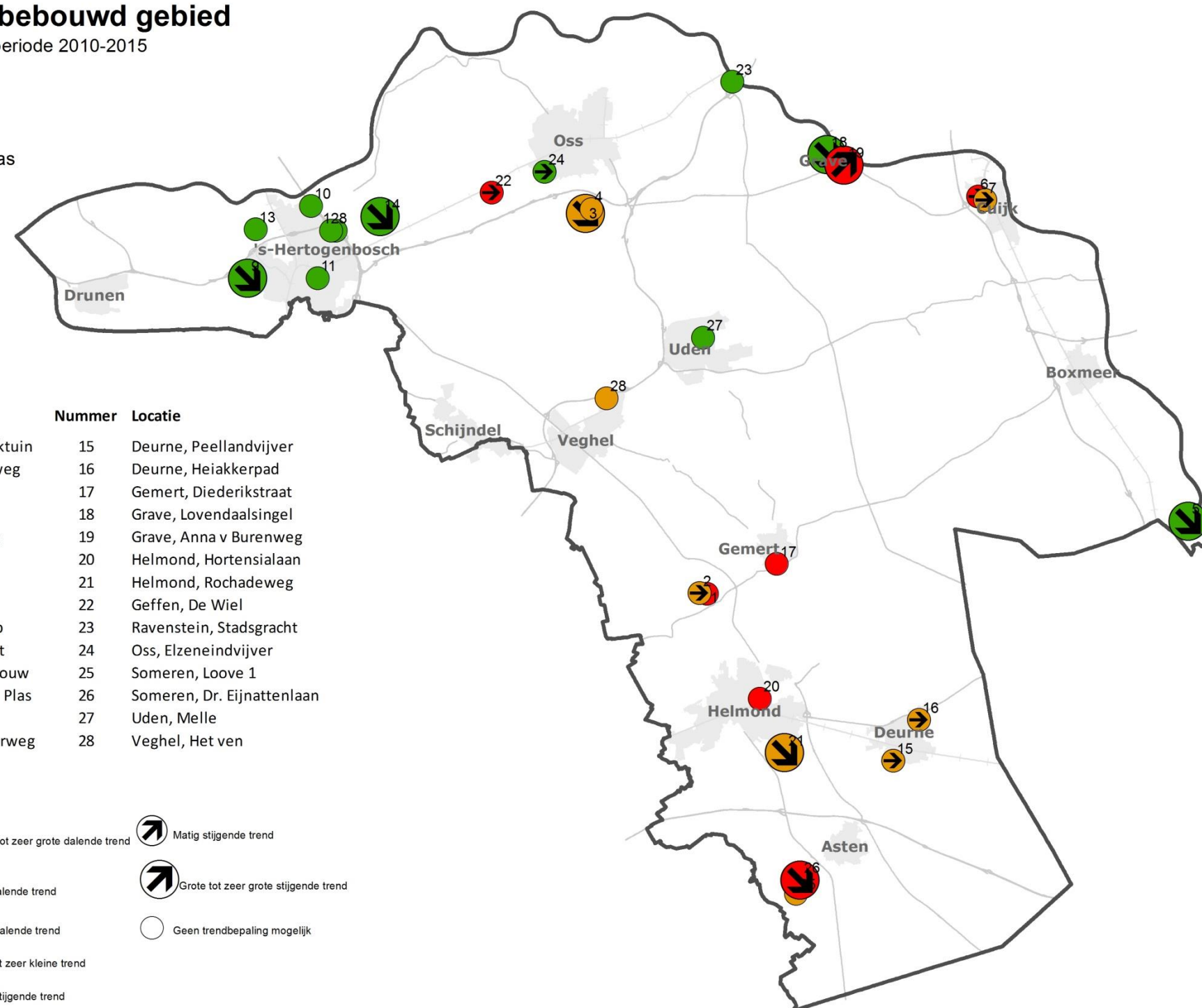
Beheergebied Aa en Maas

| Nummer | Locatie                   | Nummer | Locatie                    |
|--------|---------------------------|--------|----------------------------|
| 1      | Beek en Donk, Muziektuin  | 15     | Deurne, Peellandvijver     |
| 2      | Beek en Donk, Otterweg    | 16     | Deurne, Heiakkerpad        |
| 3      | Heesch, de Ploeg          | 17     | Gemert, Diederikstraat     |
| 4      | Heesch, De Hoef 2         | 18     | Grave, Lovendaalsingel     |
| 5      | Maashees, Rieterweg       | 19     | Grave, Anna v Burenweg     |
| 6      | Cuijk, Wegedoorn          | 20     | Helmond, Hortensialaan     |
| 7      | Cuijk, Heggenrank         | 21     | Helmond, Rochadeweg        |
| 8      | Maaspoort - Noord         | 22     | Geffen, De Wiel            |
| 9      | Den Bosch, Kruiskamp      | 23     | Ravenstein, Stadsgracht    |
| 10     | Den Bosch, Maaspoort      | 24     | Oss, Elzeneindvijver       |
| 11     | Den Bosch, IJzeren Vrouw  | 25     | Someren, Looze 1           |
| 12     | Den Bosch, Ploossche Plas | 26     | Someren, Dr. Eijnattenlaan |
| 13     | Engelen, Kokmeeuw         | 27     | Uden, Melle                |
| 14     | Rosmalen, Oosteinderweg   | 28     | Veghel, Het ven            |

## Legenda

### Toestand en trends

|                                                                                                           |                                                                                                                        |                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  ≤ 0,15 mg/l           |  Grote tot zeer grote dalende trend |  Matig stijgende trend                |
|  > 0,15 en ≤ 0,30 mg/l |  Matig dalende trend                |  Grote tot zeer grote stijgende trend |
|  > 0,30 mg/l           |  Kleine dalende trend               |  Geen trendbepaling mogelijk          |
|                                                                                                           |  Geen tot zeer kleine trend         |                                                                                                                          |
|                                                                                                           |  Kleine stijgende trend             |                                                                                                                          |



# Waterkwaliteit bebouwd gebied

Toestand 2015 en trend periode 2010-2015

Signaleringsmeetnet

NH4 Jaargemiddelde norm correctie voor pH en T

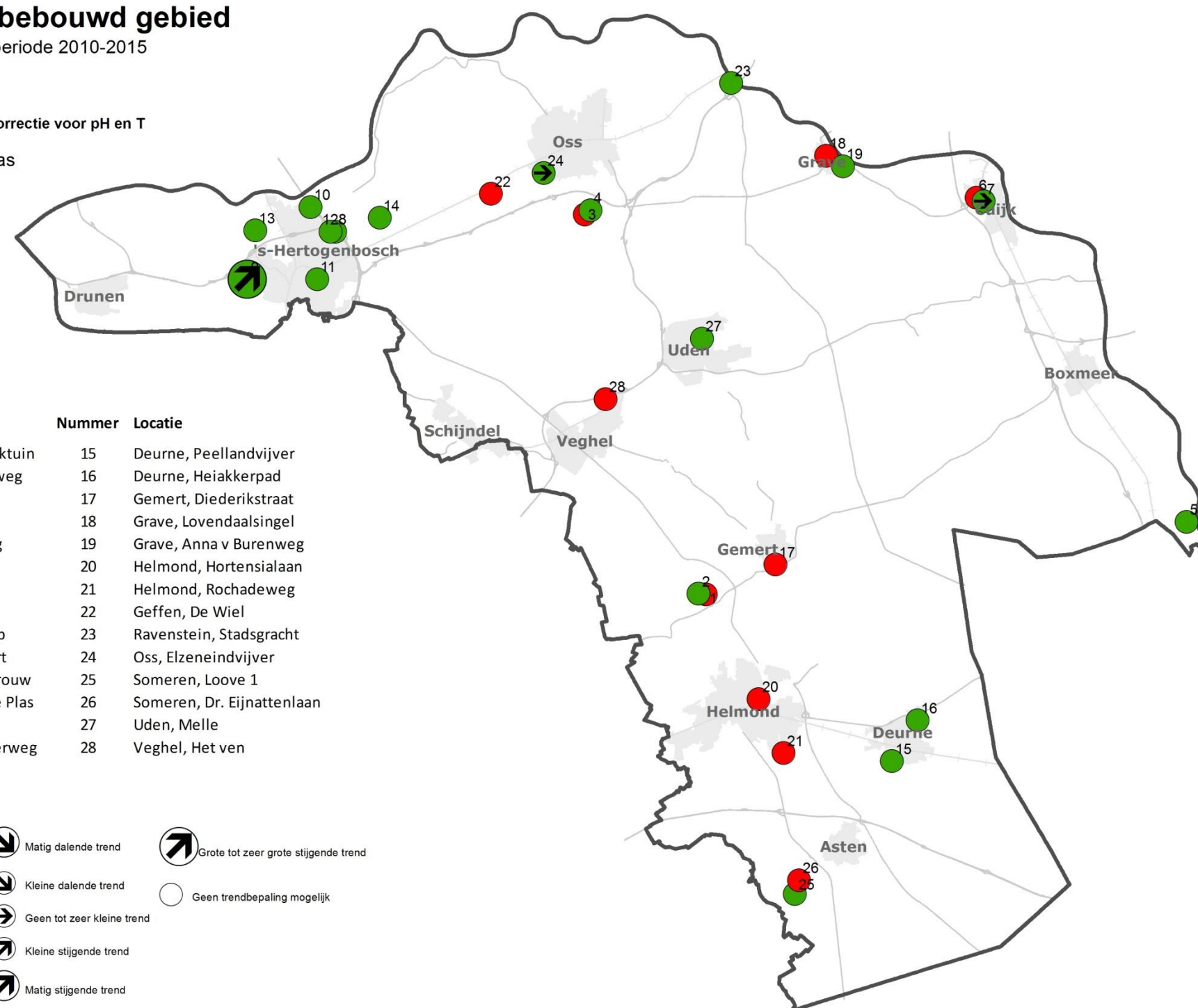
Beheergebied Aa en Maas

| Nummer | Locatie                   | Nummer | Locatie                    |
|--------|---------------------------|--------|----------------------------|
| 1      | Beek en Donk, Muziektuin  | 15     | Deurne, Peellandvijver     |
| 2      | Beek en Donk, Otterweg    | 16     | Deurne, Heiakkerpad        |
| 3      | Heesch, de Ploeg          | 17     | Gemert, Diederikstraat     |
| 4      | Heesch, De Hoef 2         | 18     | Grave, Lovendaalsingel     |
| 5      | Maashees, Rieterweg       | 19     | Grave, Anna v Burenweg     |
| 6      | Cuijk, Wegedoorn          | 20     | Helmond, Hortensialaan     |
| 7      | Cuijk, Heggenrank         | 21     | Helmond, Rochadeweg        |
| 8      | Maaspoort - Noord         | 22     | Geffen, De Wiel            |
| 9      | Den Bosch, Kruiskamp      | 23     | Ravenstein, Stadsgracht    |
| 10     | Den Bosch, Maaspoort      | 24     | Oss, Elzeneindvijver       |
| 11     | Den Bosch, IJzeren Vrouw  | 25     | Someren, Loove 1           |
| 12     | Den Bosch, Ploossche Plas | 26     | Someren, Dr. Eijnattenlaan |
| 13     | Engelen, Kokmeeuw         | 27     | Uden, Melle                |
| 14     | Rosmalen, Oosteinderweg   | 28     | Veghel, Het ven            |

## Legenda

### Toestand en trends

|                                                                                                                        |                                                                                                                |                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  ≤ 1,0                              |  Matig dalende trend        |  Grote tot zeer grote stijgende trend |
|  > 1,0                              |  Kleine dalende trend       |  Geen trendbepaling mogelijk          |
|  Grote tot zeer grote dalende trend |  Geen tot zeer kleine trend |  Kleine stijgende trend               |
|                                                                                                                        |  Matig stijgende trend      |                                                                                                                          |



# Waterkwaliteit bebouwd gebied

Toestand 2015 en trend periode 2010-2015

Signaleringsmeetnet

NH4 Maximale waarde norm correctie voor pH en T

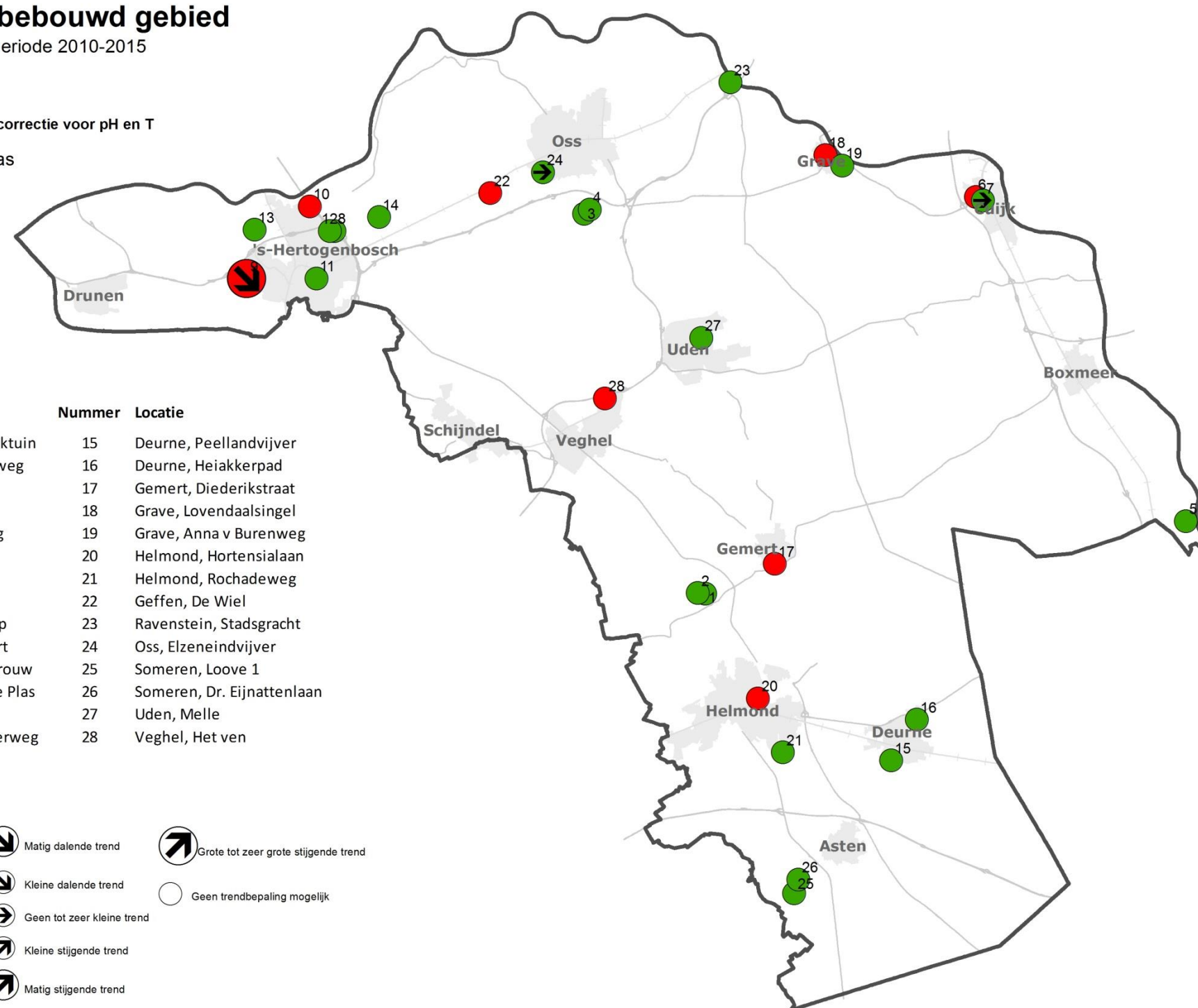
Beheergebied Aa en Maas

| Nummer | Locatie                   | Nummer | Locatie                    |
|--------|---------------------------|--------|----------------------------|
| 1      | Beek en Donk, Muziektuin  | 15     | Deurne, Peellandvijver     |
| 2      | Beek en Donk, Otterweg    | 16     | Deurne, Heiakkerpad        |
| 3      | Heesch, de Ploeg          | 17     | Gemert, Diederikstraat     |
| 4      | Heesch, De Hoef 2         | 18     | Grave, Lovendaalsingel     |
| 5      | Maashees, Rieterweg       | 19     | Grave, Anna v Burenweg     |
| 6      | Cuijk, Wegedoorn          | 20     | Helmond, Hortensialaan     |
| 7      | Cuijk, Heggenrank         | 21     | Helmond, Rochadeweg        |
| 8      | Maaspoort - Noord         | 22     | Geffen, De Wiel            |
| 9      | Den Bosch, Kruiskamp      | 23     | Ravenstein, Stadsgracht    |
| 10     | Den Bosch, Maaspoort      | 24     | Oss, Elzeneindvijver       |
| 11     | Den Bosch, IJzeren Vrouw  | 25     | Someren, Looove 1          |
| 12     | Den Bosch, Ploossche Plas | 26     | Someren, Dr. Eijnattenlaan |
| 13     | Engelen, Kokmeeuw         | 27     | Uden, Melle                |
| 14     | Rosmalen, Oosteinderweg   | 28     | Veghel, Het ven            |

## Legenda

### Toestand en trends

|                                                                                                                        |                                                                                                                |                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  ≤ 1,0                              |  Matig dalende trend        |  Grote tot zeer grote stijgende trend |
|  > 1,0                              |  Kleine dalende trend       |  Geen trendbepaling mogelijk          |
|  Grote tot zeer grote dalende trend |  Geen tot zeer kleine trend |  Kleine stijgende trend               |
|                                                                                                                        |  Matig stijgende trend      |                                                                                                                          |





# Waterkwaliteit bebouwd gebied

Toestand 2015 en trend periode 2010-2015

Signaleringsmeetnet

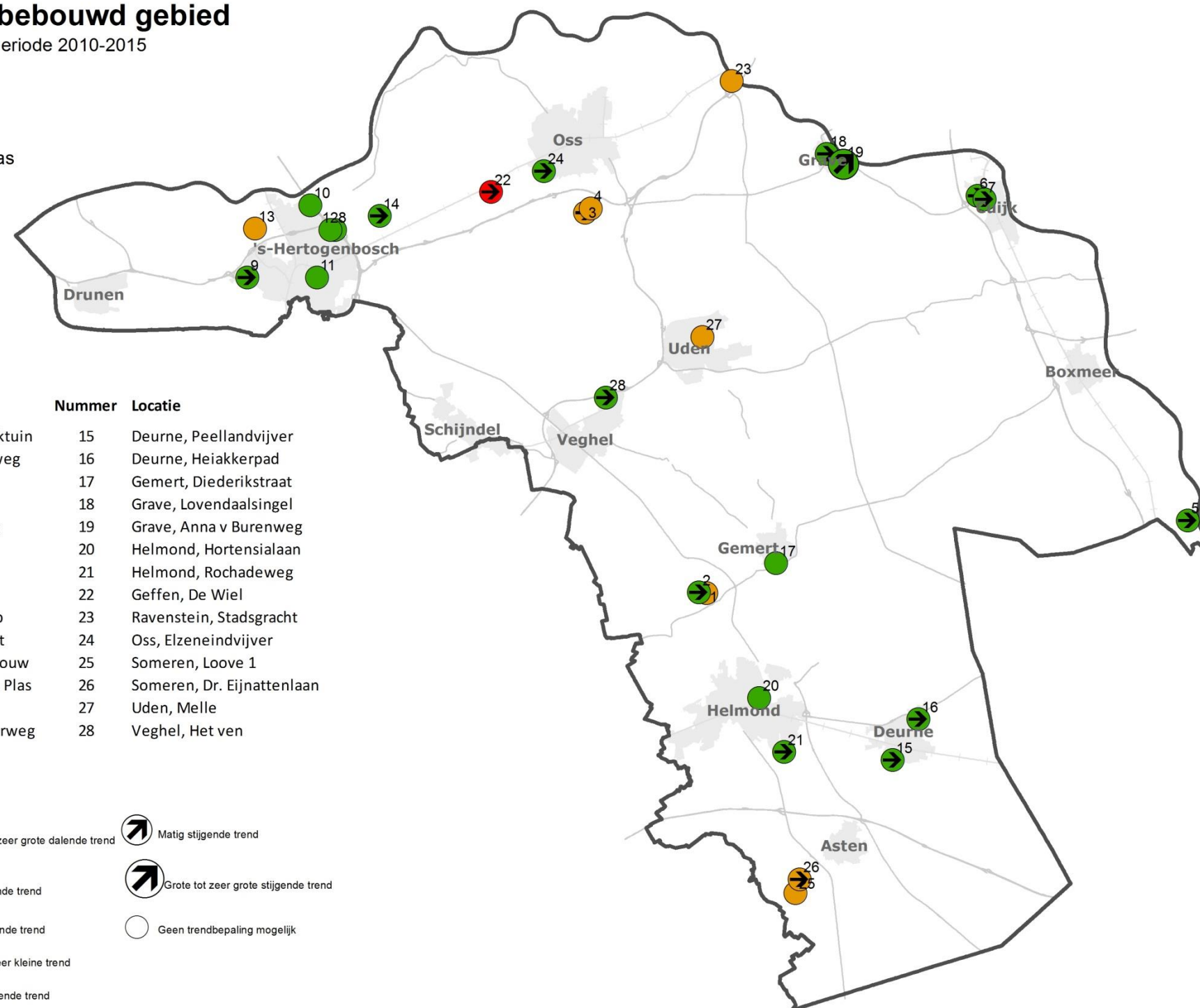
Maximale pH in ZHG

Beheergebied Aa en Maas

| Nummer | Locatie                   | Nummer | Locatie                    |
|--------|---------------------------|--------|----------------------------|
| 1      | Beek en Donk, Muziektuin  | 15     | Deurne, Peellandvijver     |
| 2      | Beek en Donk, Otterweg    | 16     | Deurne, Heiakkerpad        |
| 3      | Heesch, de Ploeg          | 17     | Gemert, Diederikstraat     |
| 4      | Heesch, De Hoef 2         | 18     | Grave, Lovendaalsingel     |
| 5      | Maashees, Rieterweg       | 19     | Grave, Anna v Burenweg     |
| 6      | Cuijk, Wegedoorn          | 20     | Helmond, Hortensialaan     |
| 7      | Cuijk, Heggenrank         | 21     | Helmond, Rochadeweg        |
| 8      | Maaspoort - Noord         | 22     | Geffen, De Wiel            |
| 9      | Den Bosch, Kruiskamp      | 23     | Ravenstein, Stadsgracht    |
| 10     | Den Bosch, Maaspoort      | 24     | Oss, Elzeneindvijver       |
| 11     | Den Bosch, IJzeren Vrouw  | 25     | Someren, Looze 1           |
| 12     | Den Bosch, Ploossche Plas | 26     | Someren, Dr. Eijnattenlaan |
| 13     | Engelen, Kokmeeuw         | 27     | Uden, Melle                |
| 14     | Rosmalen, Oosteinderweg   | 28     | Veghel, Het ven            |

## Legenda

| Toestand en trends                                                                                      |                                                                                                                        |                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  ≤ 2,0 mg/l          |  Grote tot zeer grote dalende trend |  Matig stijgende trend                |
|  > 2,0 en < 5,0 mg/l |  Matig dalende trend                |  Grote tot zeer grote stijgende trend |
|  ≥ 5,0 mg/l          |  Kleine dalende trend               |  Geen trendbepaling mogelijk          |
|                                                                                                         |  Geen tot zeer kleine trend         |                                                                                                                          |
|                                                                                                         |  Kleine stijgende trend             |                                                                                                                          |



# Waterkwaliteit bebouwd gebied

Toestand 2015 en trend periode 2010-2015

Signaleringsmeetnet

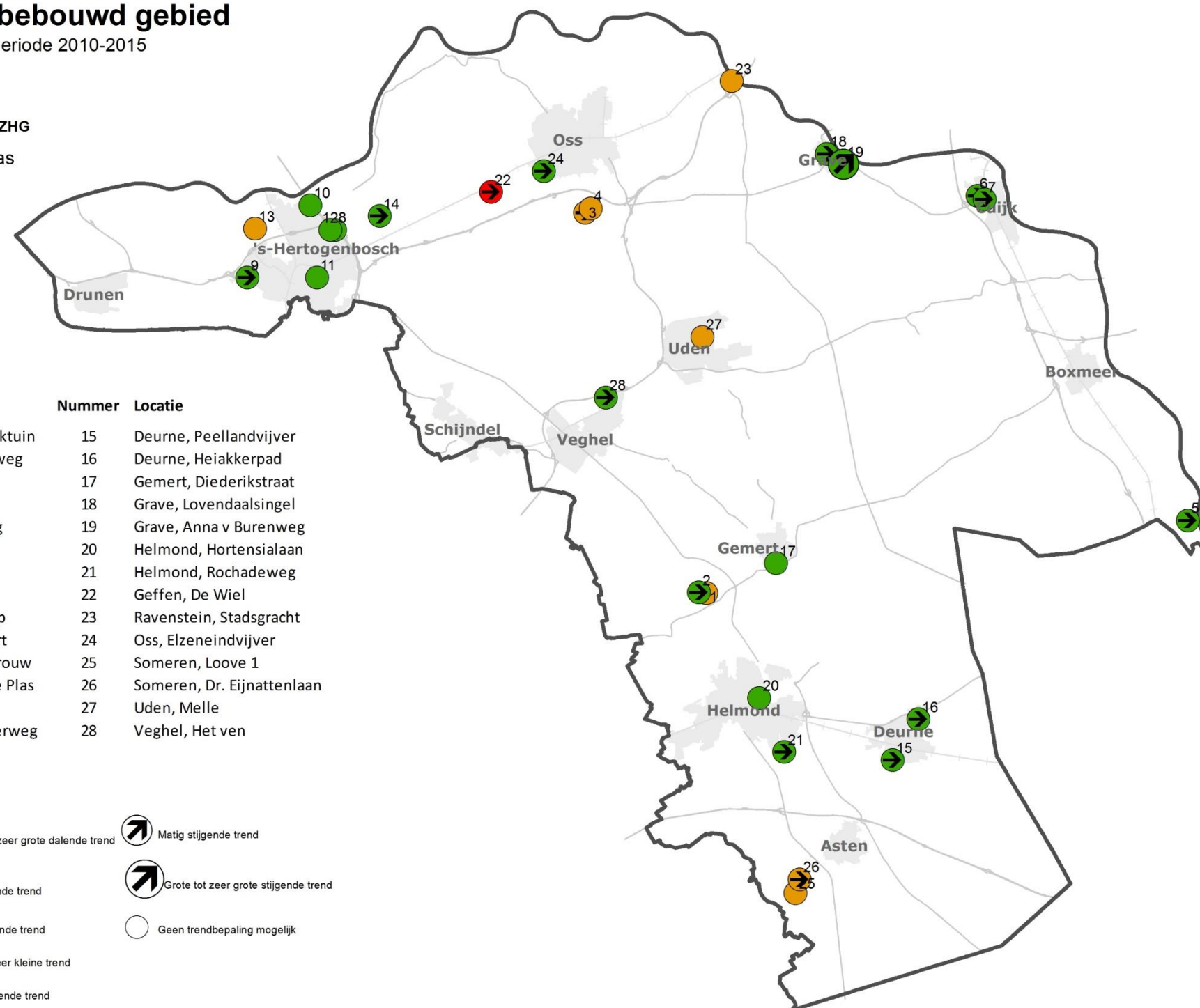
Minimum zuurstofgehalte in ZHG

Beheergebied Aa en Maas

| Nummer | Locatie                   | Nummer | Locatie                    |
|--------|---------------------------|--------|----------------------------|
| 1      | Beek en Donk, Muziektuin  | 15     | Deurne, Peellandvijver     |
| 2      | Beek en Donk, Otterweg    | 16     | Deurne, Heiakkerpad        |
| 3      | Heesch, de Ploeg          | 17     | Gemert, Diederikstraat     |
| 4      | Heesch, De Hoef 2         | 18     | Grave, Lovendaalsingel     |
| 5      | Maashees, Rieterweg       | 19     | Grave, Anna v Burenweg     |
| 6      | Cuijk, Wegedoorn          | 20     | Helmond, Hortensialaan     |
| 7      | Cuijk, Heggenrank         | 21     | Helmond, Rochadeweg        |
| 8      | Maaspoort - Noord         | 22     | Geffen, De Wiel            |
| 9      | Den Bosch, Kruiskamp      | 23     | Ravenstein, Stadsgracht    |
| 10     | Den Bosch, Maaspoort      | 24     | Oss, Elzeneindvijver       |
| 11     | Den Bosch, IJzeren Vrouw  | 25     | Someren, Loove 1           |
| 12     | Den Bosch, Ploossche Plas | 26     | Someren, Dr. Eijnattenlaan |
| 13     | Engelen, Kokmeeuw         | 27     | Uden, Melle                |
| 14     | Rosmalen, Oosteinderweg   | 28     | Veghel, Het ven            |

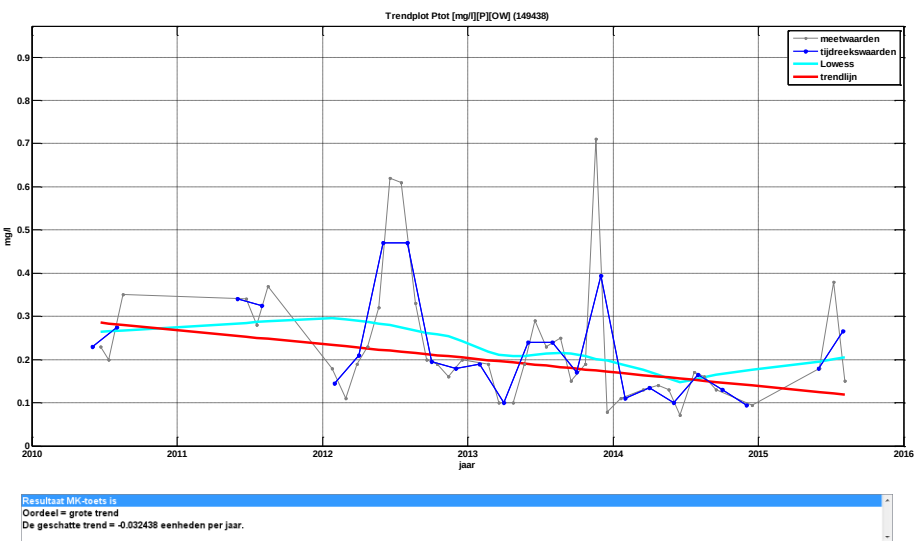
## Legenda

| Toestand en trends                                                                                      |                                                                                                                        |                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  ≤ 2,0 mg/l          |  Grote tot zeer grote dalende trend |  Matig stijgende trend                |
|  > 2,0 en < 5,0 mg/l |  Matig dalende trend                |  Grote tot zeer grote stijgende trend |
|  ≥ 5,0 mg/l          |  Kleine dalende trend               |  Geen trendbepaling mogelijk          |
|                                                                                                         |  Geen tot zeer kleine trend         |                                                                                                                          |
|                                                                                                         |  Kleine stijgende trend             |                                                                                                                          |

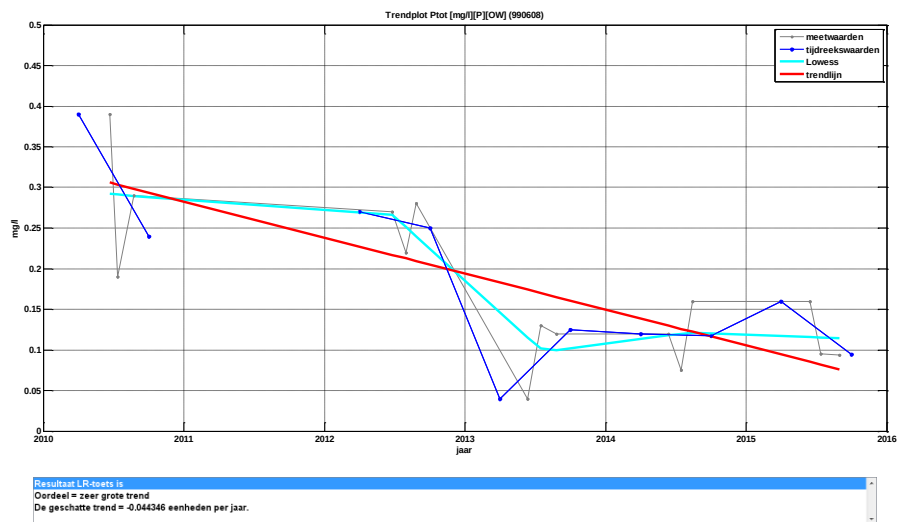


# Bijlage 7: Trendplots van grote tot zeer grote trends

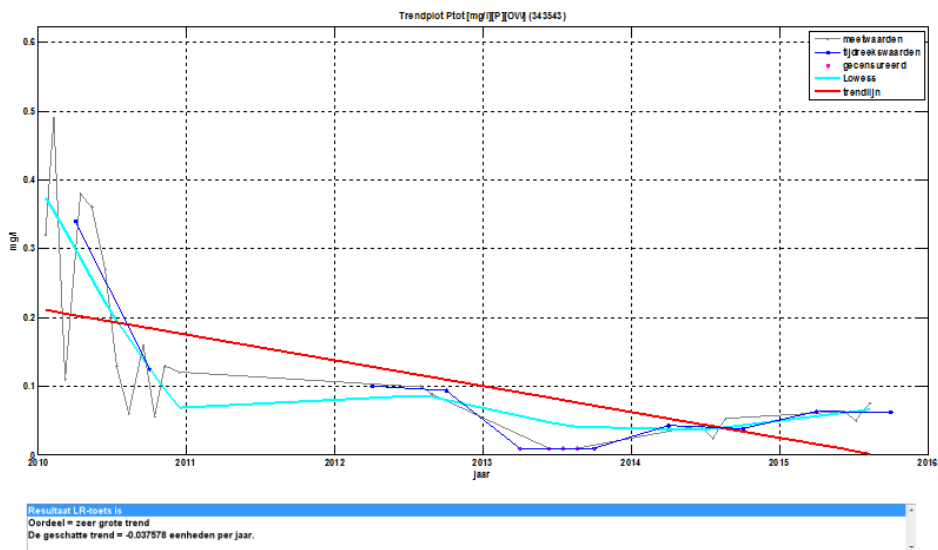
Trendplot Ptot locatie Heesch, De Ploeg:



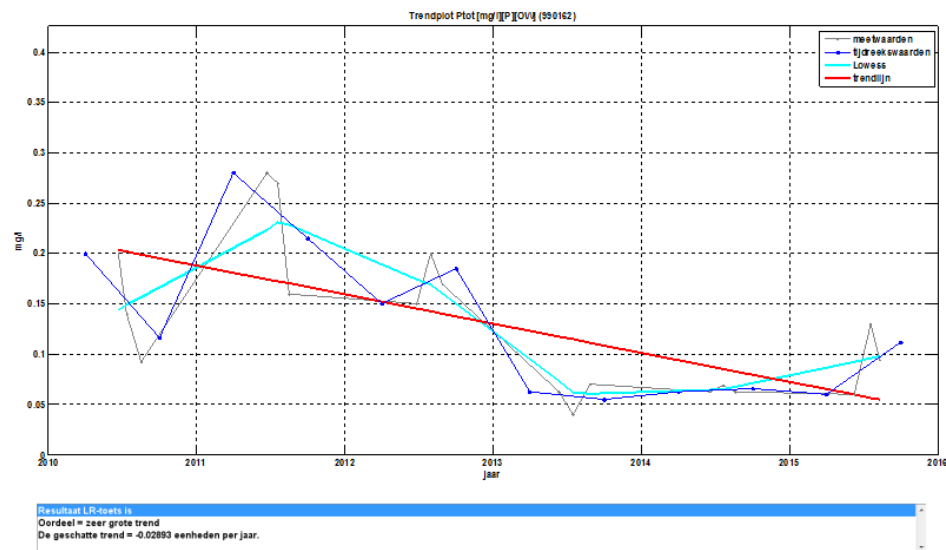
Trendplot Ptot locatie Maashees, Rieterweg:



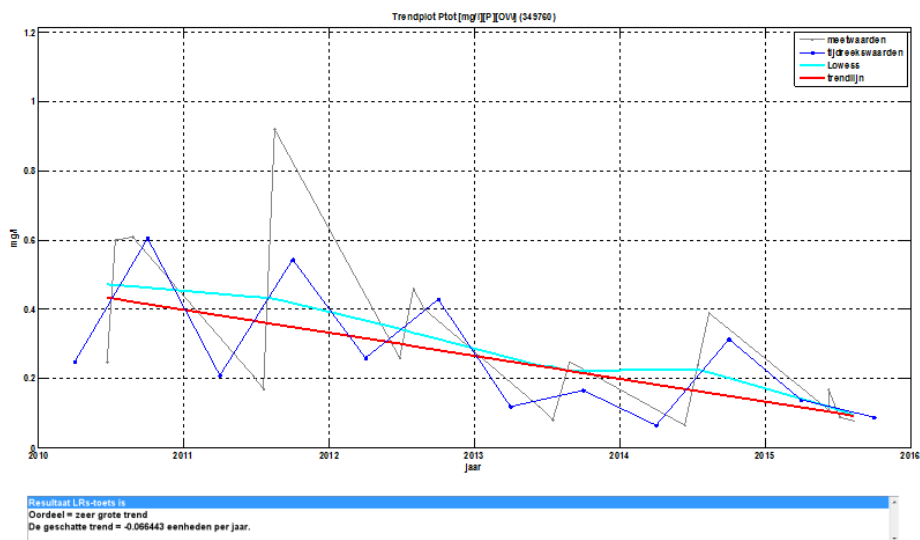
Trendplot Ptot locatie Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel:



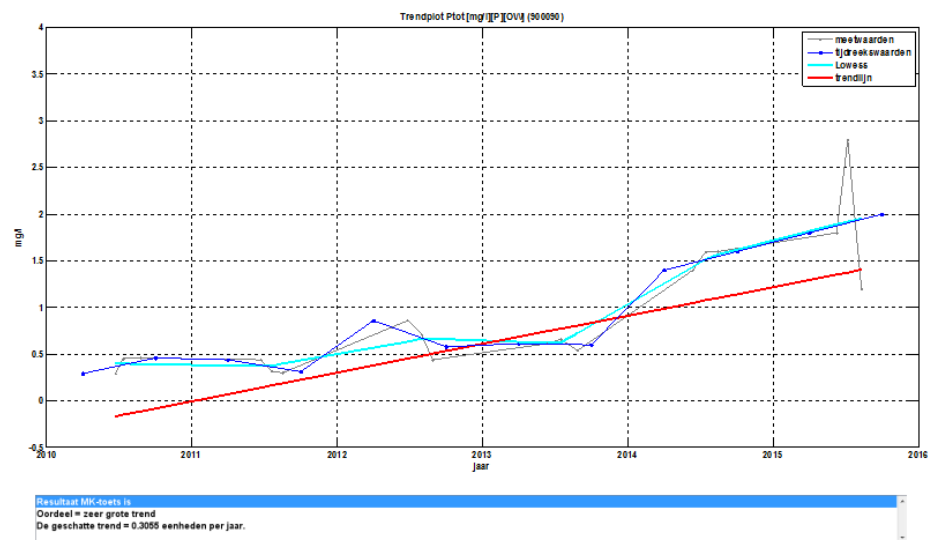
Trendplot Ptot locatie Rosmalen, Oosteinderweg:



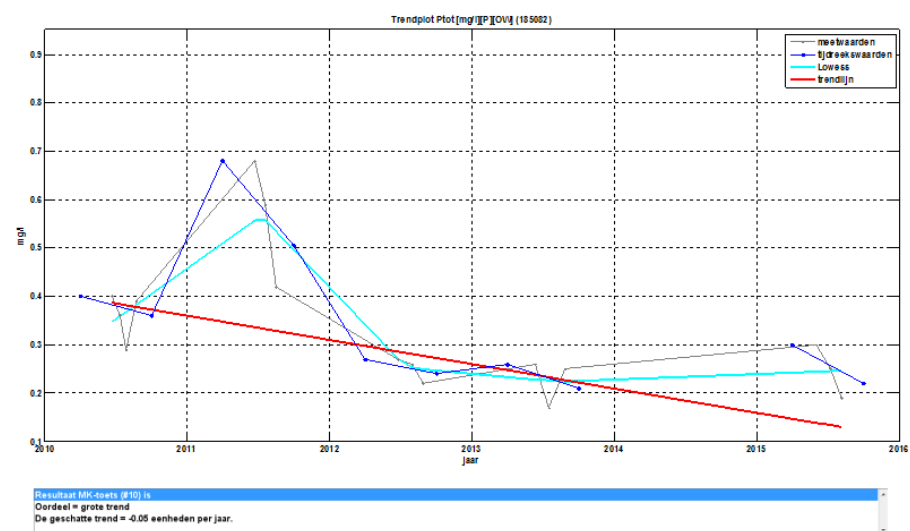
Trendplot Ptot Grave, Lovendaalsingel:



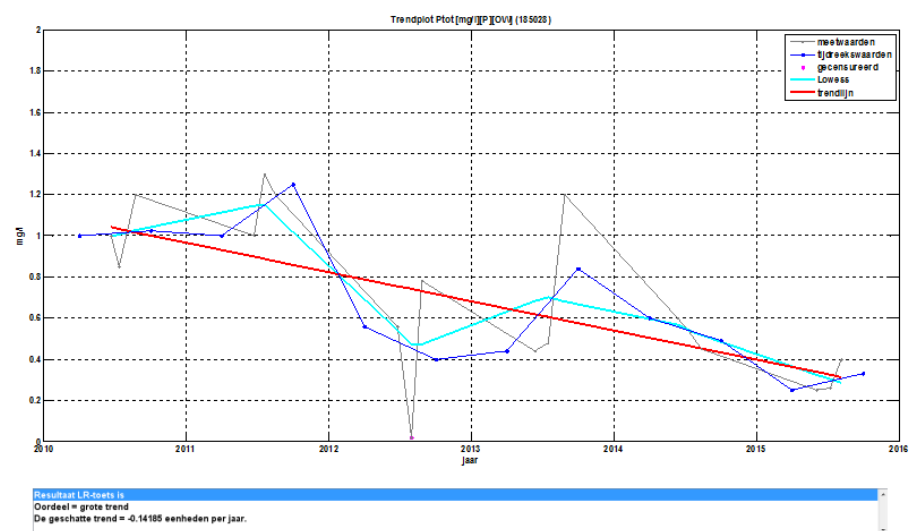
Trendplot Ptot locatie Grave, Vijver Anna van Burenweg:



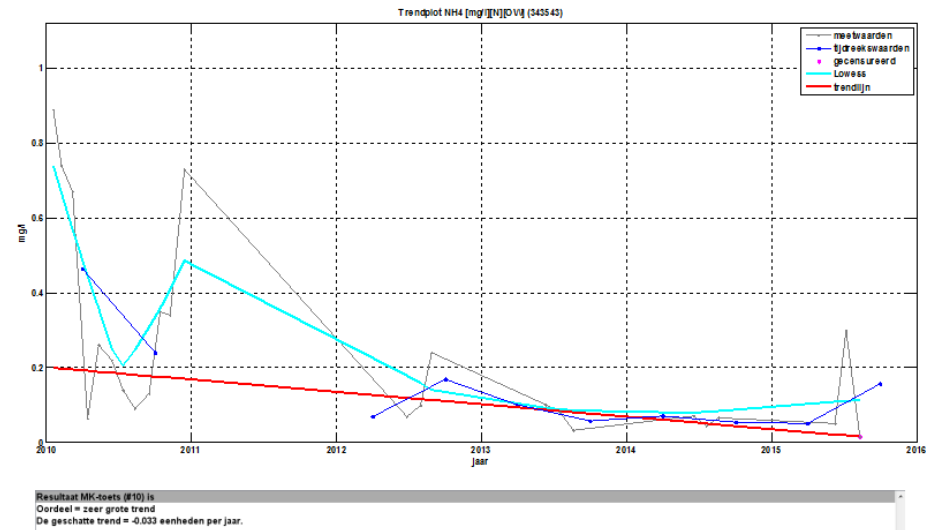
Trendplot Ptot locatie Helmond, Rochadeweg en Stipdonkseweg:



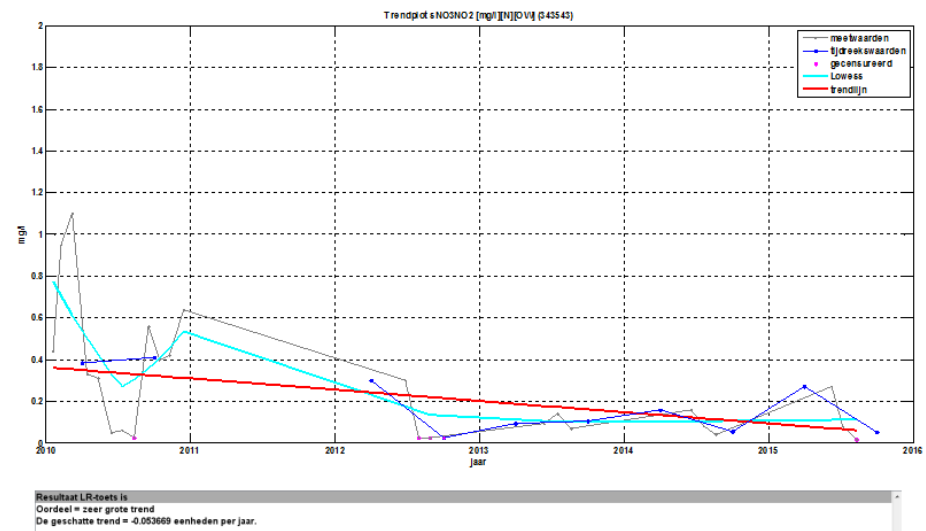
Trendplot Ptot locatie Someren, Dr. Eijnattenlaan:



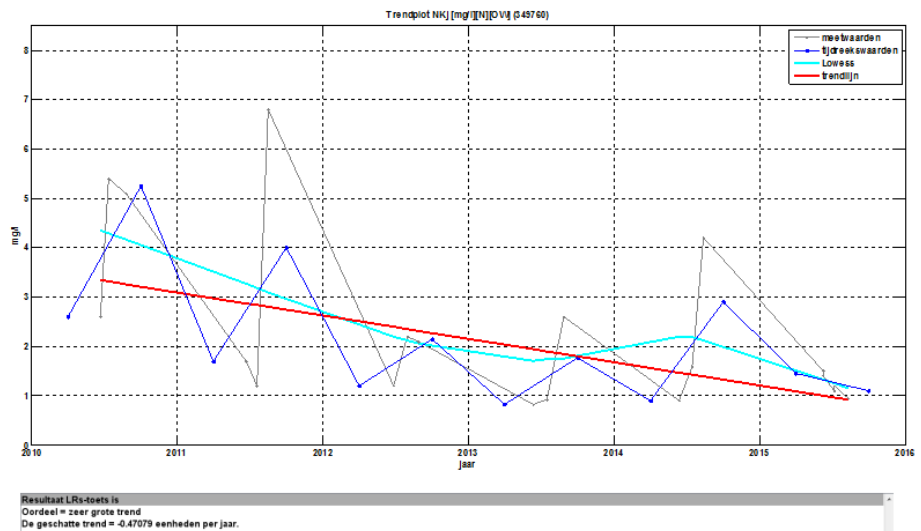
Trendplot NH<sub>4</sub> locatie Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel:



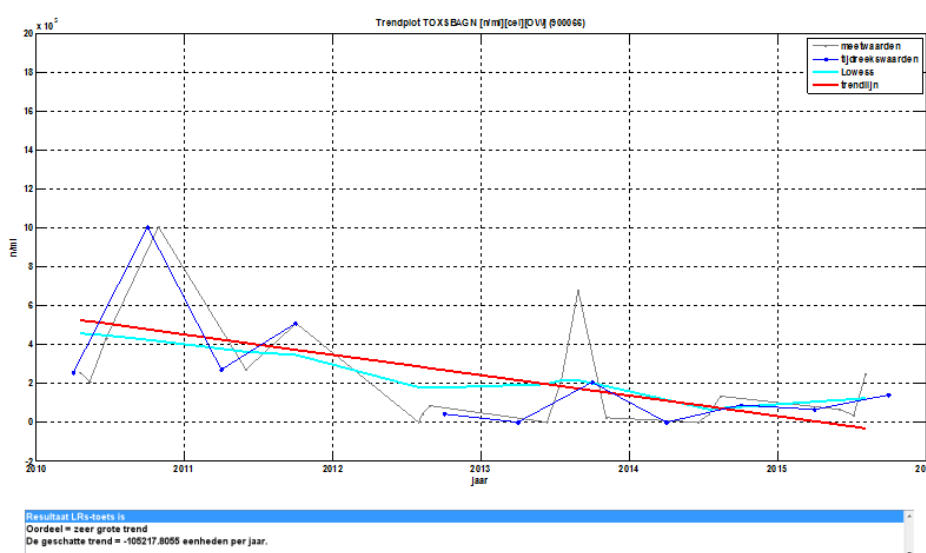
Trendplot som NO<sub>3</sub>NO<sub>2</sub> locatie Den Bosch, Kruiskamp Rijckevorsel:



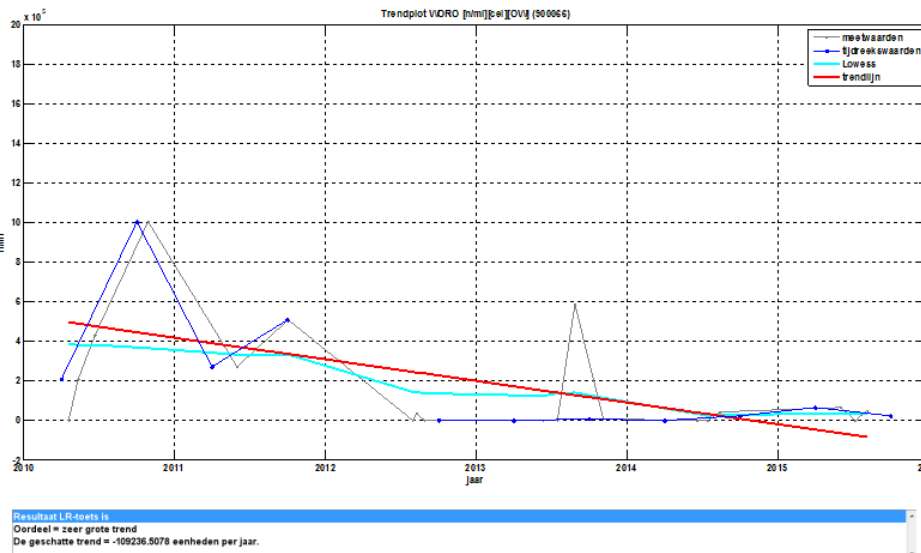
Trendplot Nkjeldahl locatie Grave, Lovendaalsingel



Trendplot Totaal toxische blauwalgen locatie Veghel, Het Ven:



Trendplot Woronichinia locatie Veghel, Het Ven:



# Data analyse wateren stedelijk gebied

---

### *Wat is de relatie tussen nutriëntengehaltes en blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie*

**AUTEUR:** DR. LISETTE N. DE SENERPONT DOMIS (AKWA, NIOO-KNAW)

**CONTACT:** L.N. DE SENERPONT DOMIS (L.DESENERPONTDOMIS@NIOO.KNAW.NL)  
AQUATISCH KENNISCENTRUM WAGENINGEN  
AFDELING AQUATISCHE ECOLOGIE, NIOO-KNAW  
DROEVENDAALSESTEEG 10, 6708 PB WAGENINGEN

## Inhoud

### Vraag

Methodiek

Datavoorbereiding

Gebruikte statistiek

### Analyses

Analyse aan de hand van individuele meetpunten in de tijd, totale dataset

- Stap 1: Het effect van nutriëntengehaltes ongecorrigeerd voor plaats en tijd
- Stap 2: Het effect van tijd ongecorrigeerd voor meetlocatie en nutriëntengehaltes
- Stap 3: Het effect van meetlocatie ongecorrigeerd voor tijd en nutriëntengehaltes
- Stap 4: Testen van een globaal model van nutriëntengehaltes, tijd en meetlocatie.

Analyse van de factoren jaar en maand op blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie aan de hand van individuele meetpunten in de tijd

- Stap 1: Testen van een interactief effect tussen meetjaar en meetmaand op blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie
- Stap 2: Testen van een het effect van meetmaand op blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie
- Stap 3: Testen van een het effect van meetjaar op blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie

Analyses over de invloed van nutriëntengehaltes op blauwalgensoortensamenstelling op basis van site gemiddelden

- Stap 1: Het effect van nutriëntengehaltes
- Stap 2: Het effect van overige mogelijke stuurfactoren
- Stap 3: Het effect van locatiespecieke factoren(metadata)
- Stap 4: Globaal model met alle significante variabelen

### Conclusies

Analyse van individuele tijdpunten in de signaleringsdataset  
Analyses van de signaleringsdataset geaggregeerd naar sites



## Vraag

De hoofdvraag van het WS na het afronden van de signaleringscampagne was:

***Geven de verzamelde gegevens aanleiding tot het leggen van (statistisch onderbouwde) verbanden die inzicht geven in het (ecologisch) functioneren en de daarmee gepaard gaande waterkwaliteit van de onderzochte stadswateren?***

Na evaluatie van verschillende analysemethoden in de memo dataadvies van AKWA, is tot de conclusie gekomen dat de dataset perspectief had tot beantwoorden van de volgende vragen:

- 1) Is er een relatie tussen nutriëntengehaltes en blauwalgensoortensamenstelling? (of het vóórkomen van blauwalgen)
- 2) Is er een relatie tussen andere mogelijke stuurfactoren of locatie-specifieke factoren op het vóórkomen van blauwalgen?

In dit rapport worden de verschillende analysestappen beschreven die uitgevoerd zijn om antwoord te geven op bovenstaande vragen.

## Methodiek

### Datavoorbereiding

Voor de analyses is gebruik gemaakt van een Excel workbook waarin de gegevens van de signaleringscampagne zijn opgenomen. Deze database is opgeschoond door de meetpunten te verwijderen waarop niet zowel nutriënten als blauwalgensoortensamenstelling is gemeten. Daarnaast zijn onjuiste waardes (-9999) verwijderd. Alle missende waardes zijn gehercodeerd naar NA (Not Available). Om het effect van meetjaar en meetmaand op de blauwalgensoortensamenstelling te bepalen, zijn jaren en maanden gehercodeerd naar dummy variabelen (i.e. binaire variabelen). Elke locatie (i.e. waterlichaam) is gehercodeerd naar een nummer. Voor de verschillende analyse die hieronder uitgebreider beschreven zijn, is de database op verschillende manieren gepartitioneerd en/of geaggregeerd. Bij elke analyse wordt beschreven wat voor soort partitie of aggregatie is gebruikt.

Daarnaast is een database gebruikt waarin metadata van de locaties zijn opgenomen. In deze database zijn alle multistate variabelen vervolgens gedummycodeerd naar binaire variabelen. Variabelen die weinig variatie hadden of juist te veel, zijn of buiten beschouwing gelaten, of anders gecodeerd, bijv. bodemgesteldheid zand of overig. Meer details zijn te zien in de gebruikte datasets.

### Gebruikte statistiek

#### RDA

Voor de evaluatie van de effecten nutriëntengehaltes en een aantal mogelijke stuurfactoren op de soortensamenstelling en relatieve abundantie van blauwalgen in wateren in het stedelijk gebied hebben we gebruik gemaakt van een vorm van multivariate statistiek, te weten: Redundantie Analyse of RDA. RDA is een wiskundig verwant aan de canonische analyse, en combineert regressie analyse met hoofdcomponenten analyse.

RDA is een statistische procedure voor het bepalen van het gedeelte van de totale variantie in een set van responsvariabelen dat verklaard kan worden door een lineaire combinatie van predictorvariabelen. Het is een techniek die veel wordt gebruikt voor het maken van een voorspellend model op basis van omgevingsfactoren of behandelingen voor de samenstelling van soorten. Als responsvariabele is getest de soortensamenstelling van blauwalgen op basis van aantallen per mL. Zo wordt dus zowel de aanwezigheid (soortensamenstelling) als de relatieve bijdrage van de blauwalgenprobleemsoorten aan de totale hoeveelheid blauwalgenprobleemsoorten (relatieve abundantie) meegenomen. Zowel individuele meetpunten door de tijd, als data geaggregeerd per locatie zijn gebruikt als uitgangspunt voor de analyses. Voorafgaand aan de analyses zijn de data Hellinger-getransformeerd. Dit is een veelgebruikte datatransformatie voor matrices met species abundantie data, die een lagere weging geeft aan speciesvariabelen die veel nullen of lage waardes hebben.

Gegeven de veelheid aan gemeten omgevingsfactoren in relatie tot het aantal locaties (n=27) en het daarmee gepaard gaande overparametriseren van de statistische modellen, hebben we in onze

analyses een *a priori* selectie gemaakt van factoren gebaseerd op de kernvragen die door Hanneke van Zuilichem geformuleerd zijn (Tabel 1). Ter illustratie: het verklaren van verschillen tussen de 27 locaties aan de hand van een set van 27 verklarende variabelen, is een voorbeeld van extreme overparameterisatie. Variabelen die missende waarden hadden zijn buiten beschouwing gelaten. Om het verklarend vermogen van deze factoren te bepalen zijn ze getest in verschillende RDAs. Predictor variabelen die een significant deel van de variantie in blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie verklaarden zijn opgenomen in de uiteindelijke analyse. Met behulp van “variance partitioning” is vervolgens bepaald wat de relatieve bijdrage is van elk van deze significante variabelen onafhankelijk van de andere ecologische variabelen.

Tabel 1: Overzicht van geteste variabelen per type RDA analyse.

|                            | RDA op alle tijdstippen                            | RDA op locatiegemiddelden                          |
|----------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>Response variabele</b>  |                                                    |                                                    |
|                            | Blauwalgenabundantie per probleemsoort (aantal/mL) | Blauwalgenabundantie per probleemsoort (aantal/mL) |
| <b>Predictor variabele</b> |                                                    |                                                    |
|                            | Totaal N,                                          | Totaal N,                                          |
|                            | Som van nitriet en nitraat                         | Som van nitriet en nitraat                         |
|                            | Totaal P                                           | Totaal P                                           |
|                            |                                                    | Opgelost P                                         |
|                            |                                                    | Aanwezigheid van een visfunctie                    |
|                            |                                                    | Diepte                                             |
|                            |                                                    | Zuurgraad                                          |
|                            |                                                    | Geleidendheid                                      |
|                            |                                                    | Zuurstofgehalte                                    |
|                            |                                                    | Doorzicht                                          |
|                            |                                                    | Oppervlakte                                        |
|                            |                                                    | Strijk lengte                                      |
|                            |                                                    | Kwelgevoed/Infiltratie/Wegzijging/Intermediair     |
|                            |                                                    | Legger                                             |
|                            |                                                    | Bodemsamenstelling (zand of niet)                  |
|                            |                                                    | Plas geïsoleerd?                                   |
|                            |                                                    | Vuilstort aanwezig?                                |

Om de interactie tussen meetjaar en meetmaand beter te onderzoeken en te bepalen of de gegevens gemiddeld mogen worden per locatie (dus de tijdsvariatie buiten beschouwing latend) is daarnaast in een kleine subset van de signaleringsdataset geaggregeerd naar site, een multivariate analyse van variantie (MANOVA) uitgevoerd met permutatietest berekend aan de hand van een RDA. Om dat voor deze analyse een gebalanceerd design benodigd is, is er een selectie van waterpartijen gemaakt waar in drie aaneengesloten meetjaren (2013-2015), drie maanden gemeten is. Dit zijn de locaties plas aan de hortensialaan te Helmond (oSTHELM); Vijver 1 plan Looze Someren (oSTSOME), Hoek Wegedoorn-Gele Lise, Cuijk (oSTCUIK), stadswater Veghel Het Ven (oVVVEG), ten oosten van Otterweg (oVVBEDO), en Peellandvijver bij Burg. Roef In oost vijver (oVVDEUR). Alle statistische testen zijn uitgevoerd met behulp van R package pakketten Ade4, Packfor, Vegan, PCNM, en AEM (<https://www.r-project.org>). Levering van de geschreven analysescripts op aanvraag.

# Analyses

## Analyse aan de hand van individuele meetpunten in de tijd, totale dataset

### Stap 1: Het effect van nutriëntengehaltes ongecorrigeerd voor plaats en tijd

Voor deze analyse is een dataset gebruikt van blauwalgen abundantie per meetpunt in de tijd en een set van nutriëntenvariabelen. Alleen die nutriëntenvariabelen zijn gebruikt waar in de meetreeks geen missende waarden aanwezig waren, d.w.z. Totaal N, som van nitriet en nitraat, en Totaal P. Door het aanwezig zijn van missende waarden in de variabele opgeloste P is deze variabele buiten beschouwing gelaten.

Voorwaartse selectie van predictorvariabelen in de nutriëntenvariabelenset op de dataset met individuele meetpunten geeft aan dat alleen Totaal N en de som van nitriet en nitraat een significante impact op de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie hebben. Aangezien de blauwalgengegevens zowel in de tijd en per waterlichaam gecorreleerd kunnen zijn, moeten we onderzoeken of de factor tijd en ruimte de variabiliteit in blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie significant verklaren, dit doen we in stap 2 en 3 hieronder beschreven. Eerst doen we een test met alleen de nutriëntenvariabelen, ongecorrigeerd voor tijd en plaats:

#### Analyse settings

Permutation test for rda under reduced model

Terms added sequentially (first to last)

Permutation: free

Number of permutations: 99999

Model: `rda(formula = species_hel ~ Ntot + SomNop + TotP, data = as.data.frame(Globaalmodelfinal))`

Tabel 2: Resultaat van RDA met predictorvariabelen Totaal N (Ntot), som van Nitriet en Nitraat (SomNop) en Totaal P (totP). Het model heeft een  $R^2 = 0.06399563$  en een  $R^2_{adj} = 0.05111484$

|           | df  | Variance | F       | Pr(>F)    |
|-----------|-----|----------|---------|-----------|
| Ntot      | 1   | 0.00528  | 2.8505  | 0.01904 * |
| SomNop    | 1   | 0.02074  | 11.2041 | 1e-05 *** |
| TotP      | 1   | 0.00157  | 0.8503  | 0.50008   |
| Residuals | 218 | 0.40349  |         |           |

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Uit deze analyse (Tabel 2) blijkt dat alleen Ntot en de som van Nitraat en Nitriet een significante bijdrage leveren aan een model dat slechts 5% (weergegeven door de  $R^2_{adj}$ ) van de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie verklaart.

Wanneer we een model draaien met alleen Ntot en de som van Nitraat en Nitriet, en de niet significante variabele TotP uit het model halen, bepaalt dit model nog steeds maar 5% van de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie, zie Tabel 3. Dit houdt in dat TotP niet tot noemenswaardige ruis leidt in het verklaren van de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie.

#### Analyse settings:

Permutation test for rda under reduced model

Terms added sequentially (first to last)

Permutation: free

Number of permutations: 99999

Model: `rda(formula = species_hel ~ Ntot + SomNop, data = as.data.frame(Globaalmodelsig))`



Tabel 3: Resultaat van RDA met predictorvariabelen Totaal N(Ntot), som van Nitriet en Nitraat (SomNop) Het model heeft een  $R^2 = 0.06034494$  en een  $R^2_{adj} = 0.05176362$

|           | df  | Variance | F       | Pr(>F)    |
|-----------|-----|----------|---------|-----------|
| Ntot      | 1   | 0.00528  | 2.8525  | 0.01837 * |
| SomNop    | 1   | 0.02074  | 11.2118 | 1e-05 *** |
| Residuals | 218 | 0.40506  |         |           |

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

## Stap 2: Het effect van tijd ongecorrigeerd voor meetlocatie en nutriëntengehaltes

Wanneer we het effect van jaar op de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie testen, blijkt dat het meetjaar een significante verklaring biedt, het model verklaart echter slechts 7%, zie Tabel 4.

### Analyse settings:

Permutation test for rda under reduced model

Permutation: free

Number of permutations: 99999

Model: `rda(formula = species_hel ~ Jaar, data = as.data.frame(Jaar))`

Tabel 4: Resultaat van RDA met predictorvariabelen meetjaar (Jaar) Het model heeft een  $R^2 = 0.09123729$  en een  $R^2_{adj} = 0.07020112$

|           | df  | Variance | F      | Pr(>F)    |
|-----------|-----|----------|--------|-----------|
| Jaar      | 5   | 0.03933  | 4.3372 | 1e-05 *** |
| Residuals | 216 | 0.39175  |        |           |

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Het effect van meetmaand op de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie verklaart een marginale maar significante 2%, zie Tabel 5.

### Analyse settings:

Permutation test for rda under reduced model

Permutation: free

Number of permutations: 99999

Model: `rda(formula = species_hel ~ Maand6 + Maand7 + Maand8, data = as.data.frame(Maand))`

Tabel 5: Resultaat van RDA met predictorvariabelen meetmaand (Maand). Het model heeft een  $R^2 = 0.02402174$  en een  $R^2_{adj} = 0.01510869$

|           | df  | Variance | F      | Pr(>F)     |
|-----------|-----|----------|--------|------------|
| Maand     | 2   | 0.01036  | 2.6951 | 0.00474 ** |
| Residuals | 219 | 0.42072  |        |            |

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Wanneer we vervolgens testen hoeveel de factoren meetjaar en meetmaand tezamen bijdragen aan de verklaarde variantie is dat 8%, Tabel 6.

**Analyse settings:**

Permutation test for rda under reduced model

Permutation: free

Number of permutations: 99999

Model: rda(formula = species\_hel ~ (Tijd))

Tabel 6: Resultaat van RDA met predictorvariabelen tijd (bestaande uit meetjaar en meetmaand). Het model heeft een  $R^2 = 0.1119387$  en een  $R^2_{adj} = 0.08289002$

|           | df  | Variance | F      | Pr(>F)    |
|-----------|-----|----------|--------|-----------|
| Tijd      | 7   | 0.04825  | 3.8535 | 1e-05 *** |
| Residuals | 214 | 0.38282  |        |           |

**Stap 3: Het effect van meetlocatie ongecorrigeerd voor tijd en nutriëntengehaltes**

Om het effect van meetlocatie op blauwalgensoortensamenstelling te onderzoeken, waarbij meetlocatie een proxy is voor omgevingsfactoren die gebonden zijn aan de locatie maar niet expliciet afzonderlijk gemeten zijn, zien we dat de locatie 2% van de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie verklaart, zie Tabel 7.

**Analyse settings:**

Permutation test for rda under reduced model

Permutation: free

Number of permutations: 99999

Model: rda(formula = species\_hel ~ Site, data = as.data.frame(Locatie))

Tabel 7: Resultaat van RDA met predictorvariabelen meetlocatie (Locatie). Het model heeft een  $R^2 = 0.02346097$  en een  $R^2_{adj} = 0.01902216$

|           | df  | Variance | F      | Pr(>F)      |
|-----------|-----|----------|--------|-------------|
| Locatie   | 1   | 0.01011  | 5.2854 | 0.00025 *** |
| Residuals | 220 | 0.42096  |        |             |

**Stap 4: Testen van een globaal model van nutriëntengehaltes, tijd en meetlocatie.**

Wanneer we vervolgens een model testen bestaande uit nutriëntengehaltes, tijd en meetlocatie verklaart dit 12% van de variantie in blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie, zie Tabel 8. Het is belangrijk hierbij op te merken dat alleen Totaal N en de som van Nitriet en Nitraat significant bijdragen aan het model (zie boven).

**Analyse settings:**

Permutation test for rda under reduced model

Permutation: free

Number of permutations: 99999

Model: rda(formula = species\_hel ~ Jaar + Locatie + Maand+Nutrienten))

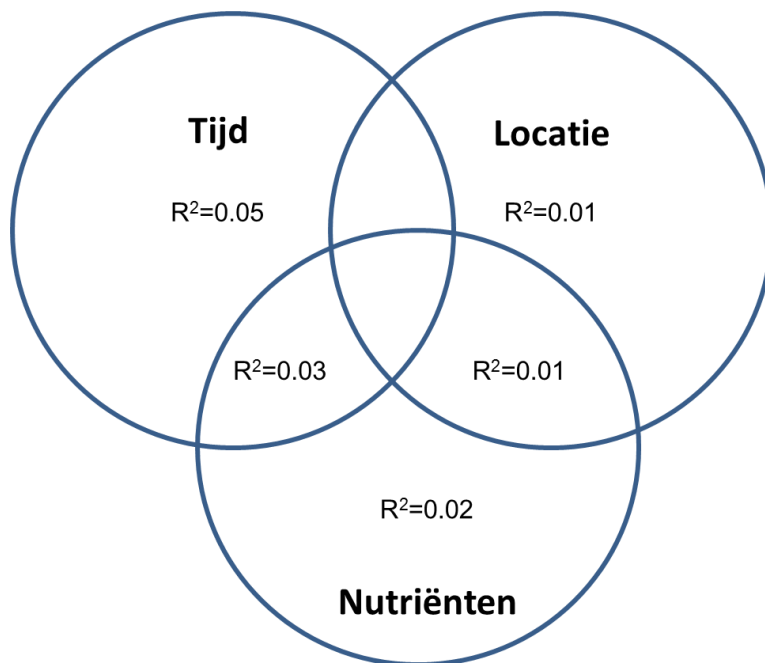
Tabel 8: Resultaat van RDA met predictorvariabelen meetjaar (Jaar), meetlocatie (Locatie) en nutriënten(Nutrienten). Het model heeft een  $R^2 = 0.1617577$  en een  $R^2_{adj} = 0.1178498$

|           | df  | Variance | F     | Pr(>F)    |
|-----------|-----|----------|-------|-----------|
| Model     | 11  | 0.06973  | 3.684 | 1e-05 *** |
| Residuals | 210 | 0.36135  |       |           |

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Wanneer vervolgens met variantie partitioning gekeken wordt welke gedeelte van de variantie uniek verklaard wordt door de factoren tijd, locatie en nutriënten, blijkt dat wanneer gecorrigeerd wordt voor

het effect van tijd en locatie, nutriënten slechts een marginale 2% van de blauwalgensoortensamenstelling verklaart, tijd verklaart 5% en meetlocatie verklaart 1%, zie Figuur 1.



Figuur 1: Variantie partitionering diagram van een RDA analyse waarin het effect van de variabelen tijd, locatie en nutriënten wordt getest op de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie. De buitenste ringen geven de unieke variantie die door elke variabele afzonderlijk verklaard wordt, in de binnenste ringen de overlap in variantieverklaring die 2 of meer variabelen verklaren. Variantiecoëfficiënten ( $R^2$ ) kleiner of gelijk aan nul worden niet getoond.

**Conclusie van deze analysereeks:** Nutriëntengehaltes, te weten totaal N en de som van Nitriet en Nitraat hebben een significante relatie met blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie. Wanneer gecorrigeerd wordt voor de verschillen in nutriëntengehaltes die locatie (1%) en tijdsafhankelijk (3%) zijn, verklaren de nutriëntengehaltes slechts 2% van de variantie in blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie, wanneer gecorrigeerd wordt voor meetlocatie, en meettijd. Tijd (meetjaar en meetmaand) beschrijven 5 procent van de variantie in soortensamenstelling en locatie beschrijft 1%.

## Analyse van de factoren jaar en maand op blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie aan de hand van individuele meetpunten in de tijd

De onder beschreven MANOVA analysereeks is gedaan om het effect van tijd op de dataset uitgebreider te testen dan met bovenstaande RDA analyses mogelijk was. Aangezien voor dit type analyses het design gebalanceerd moet zijn is er een partitie van de database gebruikt, zoals beschreven in de methodiek sectie. Selectie van de locaties voor deze partitie is gedaan op basis van aanwezigheid van metingen in drie maanden, gedurende drie jaar.

### Stap 1: Testen van een interactief effect tussen meetjaar en meetmaand op blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie

In de eerste stap van de MANOVA analyse wordt getest of het effect van meetjaar op de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie afhankelijk is van de meetmaand. Dit wordt een interactie effect genoemd. Tabel 9 laat zien dat er geen significante interactie effect aanwezig is tussen meetjaar en meetmaand.

#### Analyse settings:

Permutation test for RDA under direct model

Permutation: free

Number of permutations: 999

Model: `rda(X = species.hel.manova1, Y = jaar.maand.helm[, 6:9], Z = jaar.maand.helm[, 2:5])`

Tabel 9: MANOVA op basis van RDA permutaties waarin de interactie tussen meetjaar en meetmaand getest wordt. Dit model is niet significant.

|          | Df | Variance | F      | Pr(>F) |
|----------|----|----------|--------|--------|
| Model    | 4  | 0.03771  | 1.0395 | 0.407  |
| Residual | 54 | 0.48970  |        |        |

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

### Stap 2: Testen van een het effect van meetmaand op blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie

In de tweede stap van de MANOVA analyses wordt getest of er een effect van meetmaand op de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie onafhankelijk van meetjaar. Dit wordt een main effect genoemd. Tabel 10 laat zien dat er geen significante main effect aanwezig van meetmaand op de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie.

#### Analyse settings:

Permutation test for rda under direct model

Blocks: strata

Permutation: free

Number of permutations: 999

Model: `rda(X = species.hel.manova1, Y = jaar.maand.helm[, 2:3], Z = jaar.maand.helm[, 4:9])`

Tabel 10: MANOVA op basis van RDA permutaties waarin het main effect van maand op blauwalgensoortensamenstelling en abundantie getest wordt. Dit model is niet significant.

|          | Df | Variance | F      | Pr(>F) |
|----------|----|----------|--------|--------|
| Model    | 2  | 0.03206  | 1.7678 | 0.077  |
| Residual | 54 | 0.48970  |        |        |

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

### Stap 3: Testen van een het effect van meetjaar op blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie

In de derde en laatste stap van de MANOVA analyses wordt getest of er een effect van meetjaar op de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie is onafhankelijk van meetmaand. Dit wordt een main effect genoemd. Tabel 11 laat zien dat er geen significante main effect aanwezig van meetjaar op de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie.

#### Analyse settings:

Permutation test for rda under direct model

Blocks: strata

Permutation: free

Number of permutations: 999 Model: rda(X = species.hel.manova1, Y = jaar.maand.helm[, 4:5], Z = jaar.maand.helm[, c(2:3, 6:9)])

Tabel 11: MANOVA op basis van RDA permutaties waarin het main effect van jaar op blauwalgensoortensamenstelling en abundantie getest wordt. Dit model is niet significant.

|          | Df | Variance | F      | Pr(>F) |
|----------|----|----------|--------|--------|
| Model    | 2  | 0.01676  | 0.9241 | 0.499  |
| Residual | 54 | 0.48970  |        |        |

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Voorlopige conclusie:** Wanneer er op een selectie van sites waar gedurende drie jaar, drie maanden gemeten is nader onderzocht wordt wat de relaties tussen enerzijds jaar en meetmaand en anderzijds blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie blijkt er geen significante impact van jaar noch maand, noch de interactie tussen jaar en maand op blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie te zijn. Dit betekent dat –tenminste in de beperkte dataset- er geen ruis is op de analyse door jaar en meetmaand.

## Analyses over de invloed van nutriëntengehaltes op blauwalgensoorten-samenstelling op basis van waterpartij(site) gemiddelden

N.B. Voor deze analyses is gebruik gemaakt van een dataset, waarbij alle gebruikte response en predictorvariabele gemiddeld zijn per waterpartij (site).

### 6.2.1 Stap 1: Het effect van nutriëntengehaltes

Voorwaartse selectie van een dataset bestaande uit opgelost fosfaat(PO<sub>4</sub>), ammonium (NH<sub>4</sub>), totaal N in de waterkolom (Ntot), de som van Nitriet en Nitraat (sNO<sub>3</sub>NO<sub>2</sub>) en Totaal P in de waterkolom (Ptot), leidt tot een selectie van totaal P (Ptot). Dit betekent dat van alle geteste variabelen alleen totaal P een significante relatie heeft met blauwalgensoortensamenstelling (Tabel 12). Ptot verklaart 6% van de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie.

#### Analyse settings:

Permutation test for RDA under reduced model

Permutation: free

Number of permutations: 99999

Model: rda(X = species\_hel, Y = NUT\_RDA\_AVE \$Ptot)

Tabel 12: Resultaat van RDA met predictorvariabelen Totaal P (Ptot) Het model heeft een  $R^2=0.09538813$  en een  $R^2_{adj}=0.05920366$

|           | df | Variance | F      | Pr(>F)   |
|-----------|----|----------|--------|----------|
| Model     | 1  | 0.04178  | 2.6362 | 0.0209 * |
| Residuals | 25 | 0.39623  |        |          |

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Wanneer een globaal model wordt getest met alle nutriënten is dit model niet significant, zie Tabel 13.

#### Analyse settings:

Permutation test for RDA under reduced model

Permutation: free

Number of permutations: 99999

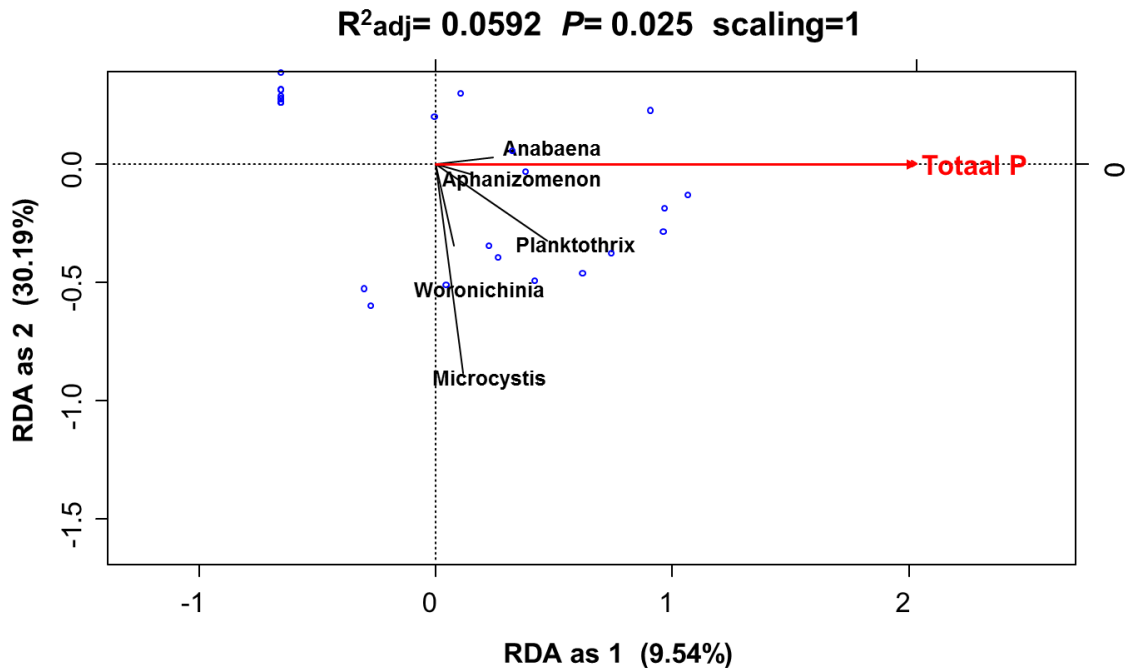
Model: rda(X = species\_hel, Y = NUT\_RDA\_AVE)

Tabel 13: Resultaat van RDA met een model bestaande uit predictorvariabelen opgelost fosfaat(PO<sub>4</sub>), ammonium (NH<sub>4</sub>), totaal N in de waterkolom (Ntot), de som van Nitriet en Nitraat (sNO<sub>3</sub>NO<sub>2</sub>) en Totaal P in de waterkolom (Ptot). Het model heeft een  $R^2=0.2494084$  en een  $R^2_{adj}=0.0706961$

|           | df | Variance | F      | Pr(>F)  |
|-----------|----|----------|--------|---------|
| Model     | 5  | 0.10924  | 1.3956 | 0.01061 |
| Residuals | 21 | 0.32877  |        |         |

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figuur 2 laat zien dat met name de soorten *Anabaena* en *Aphanizomenon* toenemen als de hoeveelheid totaal P in de waterkolom toeneemt. Totaal P heeft daarentegen nauwelijks een relatie met het voorkomen van *Microcystis*.



**Figuur 2: RDA ordinantieplot geschaald naar soorten, de rode pijl laat de invloed van totaal P in de waterkolom zien op blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie.**

## Stap 2: Het effect van overige mogelijke stuurfactoren

Naast nutriënten, is ook gekeken naar relaties tussen relatieve abundantie en soortensamenstelling van blauwalgen enerzijds en anderzijds respectievelijk diepte, zuurgraad, geleidendheid, zuurstofgehalte en doorzicht. Voorwaartse selectie van deze dataset van overige variabelen, leidt tot selectie van doorzicht. Dit houdt in dat de overige variabelen geen significante relatie laten zien met blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie. Tabel 14 laat zien dat de impact van doorzicht op blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie significant is, maar ook dat doorzicht de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie voor 6% verklaart.

### Analyse settings:

Permutation test for rda under reduced model

Permutation: free

Number of permutations: 99999

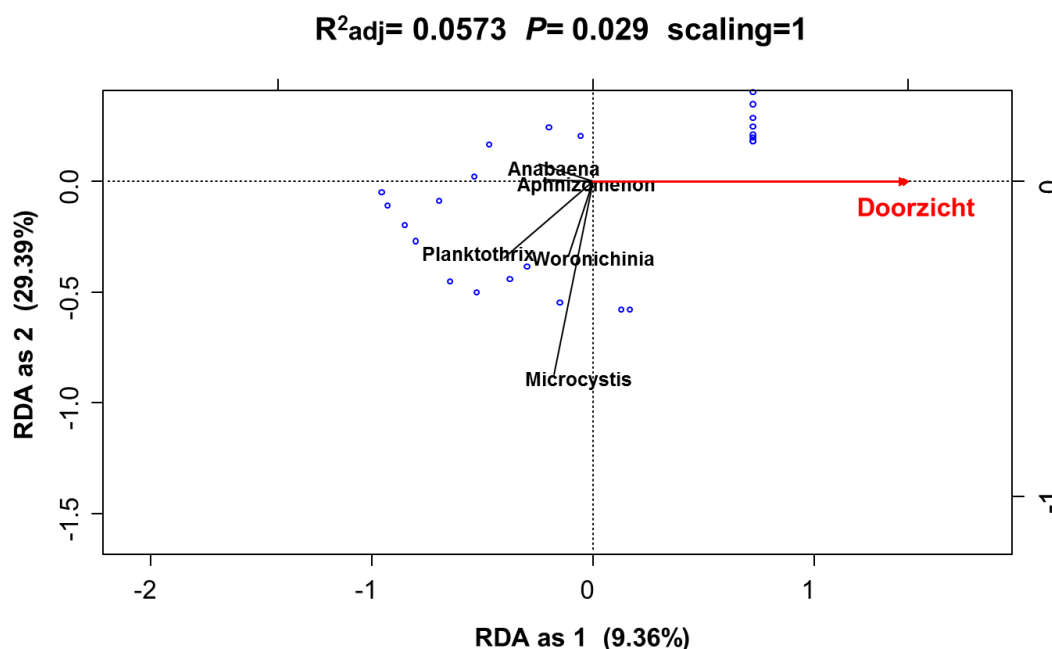
Model: rda(X = species\_hel, Y = Doorzicht\_RDA\_AVE)

Tabel 14: Resultaat van RDA met predictorvariabele Doorzicht. Het model heeft een  $R^2 = 0.09358118$  en een  $R^2_{adj} = 0.05732442$

|           | df | Variance | F      | Pr(>F)    |
|-----------|----|----------|--------|-----------|
| Model     | 1  | 0.04099  | 2.5811 | 0.02864 * |
| Residuals | 25 | 0.39702  |        |           |

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figuur 3 laat zien dat met name de soorten *Anabaena* en *Aphanizomenon* toenemen als het doorzicht afneemt. Doorzicht heeft daarentegen nauwelijks een relatie met het voorkomen van *Microcystis*.



**Figuur 3: RDA ordinantie met predictorvariabele Doorzicht geschaald naar soorten, de rode pijl laat de invloed van doorzicht zien op de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie**

### Stap 3: Het effect van locatiespecieke factoren(metadata)

In deze stap is met behulp van individuele RDAs naar de relatie tussen blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie enerzijds en anderzijds respectievelijk oppervlakte, strijklengte, de aanwezigheid van een visfunctie, kwelgevoed of anders, de aanwezigheid van een legger, bodemsamenstelling (zand of niet), of de plas geïsoleerd is en of er een vuilwaterstorta aanwezig is. Van al deze geteste variabelen heeft geen enkele variabele een significante invloed. Ook wanneer het merendeel van deze variabelen gezamenlijk getest worden in één model, is dit model niet significant (Tabel 15).

#### Analyse settings:

Permutation test for RDA under reduced model

Permutation: free

Number of permutations: 99999

Model: rda(X = species\_hel, Y = META\_model)

Tabel 15: Resultaat van RDA met predictorvariabele oppervlakte, strijklengte, aanwezigheid van een visfunctie, isolatie van een plas, en aanwezigheid van een vuilstort. Het model heeft een  $R^2=0.2471855$  en een  $R^2_{adj}=0.0213412$

|           | df | Variance | F      | Pr(>F) |
|-----------|----|----------|--------|--------|
| Model     | 6  | 0.10827  | 1.0945 | 0.3523 |
| Residuals | 20 | 0.32974  |        |        |

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



#### Stap 4: Globaal model met alle significante variabelen

Wanneer vervolgens een model met de significante variabelen uit de voorgaande analysestappen wordt getest, te weten totaal P in de waterkolom, en doorzicht, levert alleen totaal P een significante bijdrage aan het model, zie Tabel 16. Dit model verklaart 5% van de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie. Doordat totaal P en doorzicht sterk gecorreleerd zijn, verklaren deze variabele beide hetzelfde gedeelte van de variantie in blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie, zichtbaar in het variantie partitionering diagram (Fig. 4). Zoals Tabel 16 maar ook Figuur 2 en 4 laat zien is een model dat alleen uit totaal P bestaat het model dat het meest van de variantie verklaart.

##### Analyse settings:

Permutation test for rda under reduced model

Terms added sequentially (first to last)

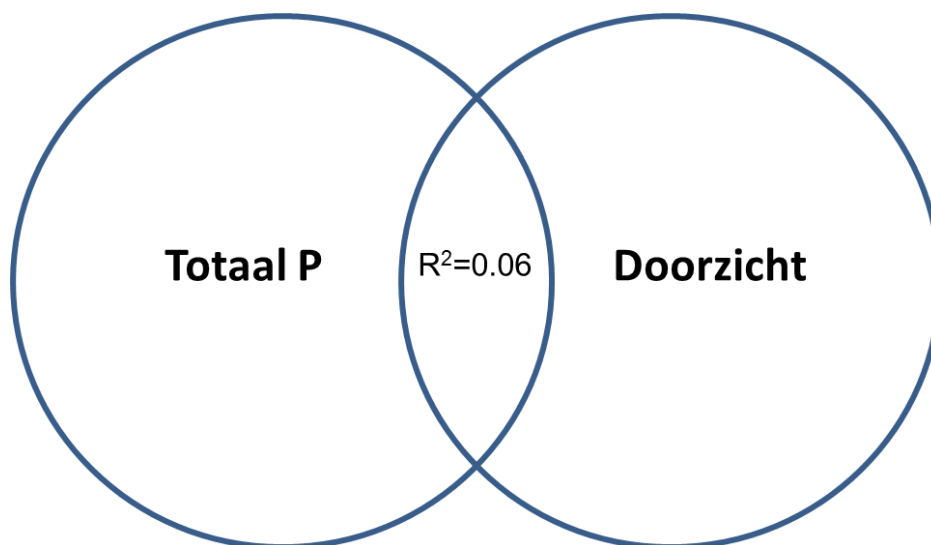
Permutation: free

Number of permutations: 99999

Tabel 16: Resultaat van RDA met predictorvariabelen totaal P in de waterkolom, en Doorzicht. Het model heeft een  $R^2=0.1249786$  en een  $R^2_{adj}= 0.05206019$

|           | df | Variance | F      | Pr(>F) |
|-----------|----|----------|--------|--------|
| Ptot      | 1  | 0.04178  | 2.6163 | 0.02 * |
| Doorzicht | 1  | 0.01296  | 0.8116 | 0.54   |
| Residuals | 23 | 0.34095  |        |        |

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



Figuur 4: Variantie partitionering diagram van een RDA analyse waarin het effect van de variabelen Totaal P en Doorzicht wordt getest op de blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie. Totaal P en Doorzicht verklaren hetzelfde deel van de variantie in blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie.

**Voorlopige conclusie:** Totaal P verklaart de meeste variantie (6%) in blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie. In wateren met hoge totaal P gehalten in de waterkolom komen *Aphanizomenon* en *Anabaena* meer voor.

## Conclusies

### Analyse van individuele tijdpunten in de signaleringsdataset

Nutriëntengehaltes, te weten totaal N en de som van Nitriet en Nitraat hebben een significante relatie met blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie, maar ze verklaren slechts 2% van de variantie in blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie, wanneer gecorrigeerd wordt voor meetlocatie, en meettijd. Het ontbreken van regelmaat in de meetcampagne (zie memo data analyse advies) zorgt waarschijnlijk voor veel ruis op de data, een mogelijke verklaring voor het ontbreken van sterke relaties. De MANOVA analyses laten aanvullend zien dat temporele patronen in blauwalgensoortensamenstelling en relatieve abundantie niet significant zijn, mogelijk door de beperkte omvang van de dataset.

### Analyses van de signaleringsdataset geaggregeerd naar waterpartijen

Het Totaal P gehalte in het water verklaart 6% van de variantie in blauwalgensoortensamenstelling en abundantie. Noch toevoeging van de metadata, noch overige variabelen zoals doorzicht en pH aan een model zorgen voor meer verklaarde variantie. In wateren met hoge totaal P gehaltes in de waterkolom komen *Aphanizomenon* en *Anabaena* meer voor.

Bijlage 9: Bevindingen advies data-analyse signaleringsmeetnet

Bron: Senerpont Domis, L. de. & M. Lüring. 2015a. Advies data-analyse waterkwaliteit bebouwd gebied, memo opgesteld door Aquatisch Kenniscentrum Wageningen (AKWA) in opdracht van waterschap Aa & Maas, Wageningen

| Type vraag                                                                                        | Type data                     | Relatie     | Tool                                                                                                                          | Dataset toereikend | Opmerking                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Detecteren                                                                                        |                               |             |                                                                                                                               |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Omslagpunten in ecosysteem response                                                               | ≥ 1 response<br>≥ 1 predictor | Non-lineair | ARIMA en andere non-lineaire multivariate tijdserie analyses                                                                  | -                  | Tijdreeks van minimaal 20 jaar nodig.<br>Daarnaast nog meer parameters monitoren, zoals fytoplanktodynamiek en lichtextinctie.                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Drempelwaarden bloei van blauwalgen                                                               | ≥ 1 response<br>≥ 1 predictor | Non-lineair | ARIMA en andere non-lineaire multivariate tijdserie analyses                                                                  | -                  | Minimaal maandelijkse monitoring gedurende 10 jaar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Trends in de tijd                                                                                 | 1 response<br>1 predictor     | Lineair     | Trendanalist                                                                                                                  | +                  | Per locatie lineaire trends bepalen. Geeft geen beeld van onderlinge samenhang van parameters.<br>Dit onderdeel is te combineren met analyse 'trends in ruimte'                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Trends in de ruimte                                                                               | ≥ 1 response<br>≥ 1 predictor | Lineair     | Extractie van gegevens m.b.v. GIS analyses, Aanvullend univariate analyses (Trendanalist) of multivariate analyses (b.v. RDA) | +/-                | Upgraden bestaande dataset met omgevingsfactoren van de locaties, zoals kwal/wegzijing, striklengte, visvijver ja/nee, waterdiepte, type bodem (zand/klei), aanwezigheid overstort, type overstort, verblijftijd etc.                                                                                                                                                                                                        |
| Relaties tussen probleemsoortsamenvatting van blauwalgen en nutriënniveau                         | ≥ 1 response<br>≥ 1 predictor | Lineair     | Multivariate analyse, bv. RDA                                                                                                 | +                  | Alleen over de hele dataset om algemeen geldende relaties voor water in bebouwd gebied te analyseren.<br>Niet mogelijk per individuele waterpartij. Dataset per waterpartij is daarvoor te beperkt.<br><br>*) Upgrade dataset metadata met gegevens over, bodemsoort, verblijftijd, stagnerend/stromend, visvijver ja/nee etc. zeer zinvol.                                                                                  |
| Relatie tussen bedekking van water met waterplanten i.r.t. helderheid en waterkwaliteitsproblemen | 1 response<br>≥ 1 predictor   | Lineair     | Bv. rANOVA                                                                                                                    | -                  | Dataset te klein slechts 13 meetmomenten punten over 5 locaties                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Klimaat-effect te zien op vóórkomen van blauwalgprobleem                                          | ≥ 1 response<br>≥ 1 predictor | Lineair     | Trendanalist, RDA                                                                                                             | +/-                | Alleen over de hele dataset om algemeen geldende relaties voor water in bebouwd gebied te analyseren.<br>Niet mogelijk per individuele waterpartij. Dataset per waterpartij is daarvoor te beperkt.<br><br>Upgrade van dataset nodig met KNMI –gegevens als temperatuur en windsnelheid in de weken voorafgaand van metingen.<br><br>Aanvulling gegevens van Ws de Dommel van 200 blauwalgmeetpunten heeft grote meerwaarde. |
| Effect van maatregelen per individuele locatie                                                    | 1 response<br>≥ 1 predictor   |             | Bv. rANOVA                                                                                                                    | +/-                | Kan wel mits goede 0-meting en goede meting na ingreep.<br><br>Gezien de variatie aan maatregelen (bronmaatregel, interne maatregel, inrichtingsmaatregel) zal effectiviteit van de maatregel op blauwalgenabundantie waarschijnlijk uiteenlopen.<br><br>Maatwerkmonitoring per locatie.                                                                                                                                     |
| Voorspellen                                                                                       |                               |             |                                                                                                                               |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Omslagpunten op basis van systeem analyses                                                        |                               |             | PClake<br>PCDitch                                                                                                             | +/-                | Bestaande dataset moet ge-upgraded worden om beide modellen te calibreren en valideren. Voor het runnen van de metamodellen is minder aanvullende informatie over water en stoffen balansen benodigd dan voor het runnen van de volledige modellen. Betrouwbaarheid van de metamodellen is echter laag. In het algemeen geldt: hoe beter de data voor calibratie en validatie, hoe betrouwbaarder de voorspelling.           |
| Drempelwaarden bloei van blauwalgen                                                               |                               |             | Early warning models                                                                                                          | N.A.               | Deze modellen zijn nog niet praktisch toepasbaar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Visualiseren                                                                                      |                               |             |                                                                                                                               |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Ruimtelijke trend in ontwikkeling waterkwaliteit en blauwalgen                                    |                               |             | Trendanalist & GIS-analyses en animaties                                                                                      | +/-                | Upgraden bestaande dataset met omgevingsfactoren van de locaties, zoals kwal/wegzijing, striklengte, visvijver ja/nee, waterdiepte, type bodem (zand/klei), aanwezigheid overstort, type overstort, verblijftijd etc.                                                                                                                                                                                                        |



## **colofon**

---

# Verkenning statistische analysemethoden waterkwaliteit bebouwd gebied

Rapportage resultaten 2010 - 2015

### **Opdrachtgever**

Rob Merkelbach, afdeling Onderzoek & Monitoring

### **Status**

Definitief

### **Hoofdauteur**

Hanneke van Zuilichem, afdeling Onderzoek & Monitoring

### **Co-auteur**

Lisette de Senerpont Domis, Aquatisch Kenniscentrum Wageningen

### **Collegiale check**

Bart Engels, waterschap Aa & Maas

Jappe Beekman, waterschap Aa & Maas

's-Hertogenbosch, 11 februari 2016

Waterschap Aa en Maas  
Pettelaarpark 70  
5216 PP 's-Hertogenbosch  
tel 073 615 66 66  
fax 073 615 66 00

info@aaenmaas.nl  
www.aaenmaas.nl

© waterschap Aa en Maas. Alle rechten voorbehouden