

# Doelen op maat

## 1. Exploratieve analyse lichtklimaat en nutriëntenbeschikbaarheid



Rapport 2014-059

R. Bijkerk  
H. van Dam



koeman en bijkerk bv  
ecologisch onderzoek en advies



# Doelen op maat

## 1. Exploratieve analyse lichtklimaat en nutriëntenbeschikbaarheid

Rapport 2014-059

R. Bijkerk  
H. van Dam

 *Herman van Dam*

 **koeman en bijkerk bv**  
ecologisch onderzoek en advies

|             |                                                                      |
|-------------|----------------------------------------------------------------------|
| bezoekadres | oosterweg 127 Haren                                                  |
| postadres   | postbus 111 9750 AC Haren                                            |
| telefoon    | 050 8200018                                                          |
| telefax     | 050 8200013                                                          |
| email       | <a href="mailto:info@koemanenbijkerk.nl">info@koemanenbijkerk.nl</a> |
| website     | <a href="http://www.koemanenbijkerk.nl">www.koemanenbijkerk.nl</a>   |





## Colofon

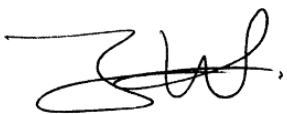
|                               |                                                                                                          |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opdrachtgever                 | Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier,<br>Cluster Onderzoek<br>Postbus 250<br>1700 AG Heerhugowaard |
| Titel                         | Doelen op maat                                                                                           |
| Subtitel                      | 1. Exploratieve analyse van lichtklimaat en<br>nutriëntenbeschikbaarheid                                 |
| Auteurs                       | R. Bijkerk, H. van Dam                                                                                   |
| Datum                         | 22 december 2014                                                                                         |
| Pagina's (inclusief bijlagen) | 57                                                                                                       |
| Opdrachtnr                    | 14.0009664                                                                                               |
| Projectnr                     | 2014-030                                                                                                 |
| Rapportnr                     | 2014-059                                                                                                 |
| Status                        | Definitief                                                                                               |
| Akkoord                       | Dr. J.H. Wanink (wetenschappelijk stafmedewerker)                                                        |
| Paraaf                        |                       |

Foto omslag: Gezicht op de Woudpolder bij Krommenie (bron: Bing kaarten)

Deze publicatie kan geciteerd worden als:

Bijkerk R & van Dam H (2014) Doelen op maat. 1. Exploratieve analyse van lichtklimaat en nutriëntenbeschikbaarheid. KenB rapport 2014-059. Koeman en Bijkerk bv, Haren.

© Koeman en Bijkerk bv / Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden veeleelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Koeman en Bijkerk bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Koeman en Bijkerk bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede schade welke voortvloeit uit toepassingen van resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Koeman en Bijkerk bv; opdrachtgever vrijwaart Koeman en Bijkerk bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.



# Inhoudsopgave

|                                                  |           |
|--------------------------------------------------|-----------|
| COLOFON                                          | 3         |
| VOORWOORD                                        | 7         |
| SAMENVATTING                                     | 9         |
| <b>1 INLEIDING</b>                               | <b>13</b> |
| 1.1 Achtergrond                                  | 13        |
| 1.2 Doel                                         | 14        |
| 1.3 Opzet                                        | 14        |
| 1.4 Leeswijzer                                   | 15        |
| <b>2 MATERIAAL EN METHODEN</b>                   | <b>17</b> |
| 2.1 Onderzoeksgebied                             | 17        |
| 2.2 Inwinning en voorbewerking gegevens          | 17        |
| 2.2.1 <i>Benodigde en aangeleverde gegevens</i>  | 17        |
| 2.2.2 <i>Watertype</i>                           | 19        |
| 2.2.3 <i>Beïnvloeding</i>                        | 19        |
| 2.2.4 <i>Grondsoort</i>                          | 20        |
| 2.2.5 <i>Landgebruik</i>                         | 20        |
| 2.2.6 <i>Hydromorfologie</i>                     | 20        |
| 2.2.7 <i>Fysische en chemische gegevens</i>      | 22        |
| 2.3 Analyse van de gegevens                      | 24        |
| 2.3.1 <i>Meetperiode</i>                         | 24        |
| 2.3.2 <i>Lichtklimaat</i>                        | 24        |
| 2.3.3 <i>Nutriëntenbeschikbaarheid</i>           | 29        |
| 2.3.4 <i>Overige stoffen</i>                     | 30        |
| 2.3.5 <i>Statistische analyse en presentatie</i> | 31        |
| 2.4 Uitvoering en verantwoording                 | 31        |
| <b>3 RESULTATEN</b>                              | <b>33</b> |
| 3.1 Lichtklimaat                                 | 33        |
| 3.2 Nutriëntenbeschikbaarheid                    | 40        |
| 3.3 Chloride                                     | 46        |
| 3.4 Samenvatting                                 | 47        |
| <b>4 DISCUSSIE</b>                               | <b>49</b> |
| 4.1 Representativiteit van de meetpunten         | 49        |
| 4.2 Lichtklimaat                                 | 49        |
| 4.3 Nutriëntenbeschikbaarheid                    | 49        |
| <b>5 LITERATUUR</b>                              | <b>53</b> |
| BIJLAGE I ACHTERGRONDCONCENTRATIES               | 55        |
| BIJLAGE II LOCATIES                              | 56        |
| BIJLAGE III GEGEVENS PER MONSTER                 | 57        |





## Voorwoord

Voor de derde stroomgebiedsbeheersplannen wil het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier haar doelen gebieds- en watersysteemgericht vaststellen. Dat wil zeggen, met inachtneming van de achtergrondbelasting en de specifieke ecologische factoren eigen aan de verschillende waterlichamen.

In een eerste stap hebben we een exploratieve analyse gemaakt van de factoren lichtklimaat en nutriëntenbeschikbaarheid: wat bepaalt de troebelheid in de verschillende waterlichamen en hoe zit het met de beschikbaarheid van stikstof en fosfaat. In dit rapport presenteren we de resultaten.

Wij danken Gert van Ee voor zijn enthousiasme om met deze studie aan de slag te gaan en Martin Meirink voor de aanlevering van gegevens. Gert van Ee en Nico Jaarsma gaven waardevol commentaar op een eerdere versie van dit rapport, waarvoor wij hen zeer erkentelijk zijn.

Haren, 22 december 2014

Ronald Bijkerk  
Herman van Dam



## Samenvatting

### Achtergrond

De rapport geeft de resultaten van een eerste analyse van drie belangrijke stuurfactoren achter de ecologische ontwikkeling in afwateringsgebieden van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK): lichtklimaat, nutriëntenbeschikbaarheid en chloride. Het is een stap in een langer lopend project, waarin het HHNK op zoek is naar ecologisch onderbouwde doelen voor de derde generatie stroomgebiedbeheerplannen.

### Lichtklimaat

Uit de monitoringsgegevens van zwevende stof en chlorofyl-a is het gewichtsaandeel van algen in het gehalte zwevende stof berekend. Op grond van de beschikbare gegevens konden we dit doen voor 17 van de 42 afwateringsgebieden.

*In de meeste gevallen lijkt de troebelheid niet te worden veroorzaakt door algen, maar door opgewervelde bodemdeeltjes en misschien wat kleurstof (humuszuren).*

In ruim vijftig procent van deze gebieden bestaat het zwevende-stofgehalte voor minder dan een derde deel uit algen; meer dan tweederde van het zwevende stof bestaat hier uit overige deeltjes (zand, klei, detritus<sup>1</sup> en een beetje zoöplankton). In dertig procent van de zeventien gebieden is het fytoplanktonaandeel wel aanzienlijk, dat wil zeggen veertig tot honderd procent van het zwevende-stofgehalte in de meeste gevallen. In de overige twintig procent ligt het gewichtsaandeel in het algemeen tussen dertig en vijftig procent.

*Waar onderzocht, wordt de variatie in het doorzicht maar voor een klein deel verklaard door de variatie in het chlorofyl-a-gehalte. Het zwevende stofgehalte toont een sterker verband met het doorzicht.*

De range van de  $R^2$  van de regressies is 0,14-0,57 voor doorzicht-chlorofyl-a en 0,13-0,84 voor doorzicht-zwevende stof.

*Waar onderzocht is het doorzicht in afwezigheid van fytoplankton lager tot veel lager dan het doorzicht in afwezigheid van zwevende stof.*

De range van het achtergronddoorzicht is 0,38-0,65 meter bij afwezigheid van chlorofyl-a en 0,48-1,81 meter bij afwezigheid van zwevende stof.

### Nutriëntenbeschikbaarheid

Deze analyse is uitgevoerd voor dezelfde selectie van zeventien afwateringsgebieden.

*De inerte fractie in het gehalte totaal-stikstof varieert tussen 0,4 mg N/l en 1,6 mg N/l.*

---

<sup>1</sup> Met detritus worden kleine deeltjes bedoeld die bestaan uit restanten van afgestorven en uiteen gevallen plantenresten en resten van dierlijke herkomst.

De opbrengst aan chlorofyl-a per eenheid stikstof, de Chla:N-ratio, is niet voor ieder afwateringsgebied gelijk. Er zijn vijf typen relatie onderscheiden, die verschillen in de grote van de inerte (niet-opneembare) fractie, maar niet of nauwelijks in de verwachte maximale opbrengst (berekend als het 95-percentiel van de waargenomen ratio's).

*De opbrengst aan chlorofyl-a per eenheid fosfaat verschilt sterk tussen de gebieden.*

Voor de opbrengst aan chlorofyl-a per eenheid fosfaat, de Chla:P-ratio zijn vier verschillende relaties afgeleid, die verschillen in de verwachte maximale hoogte van deze ratio (berekend als het 95-percentiel). Veel afwateringsgebieden hebben een verwachte maximale Chla:P-ratio van 230, 445 of 612  $\mu\text{g}/\text{mg}$ , wat lager is dan normaal. Dit impliceert dat de algengroei hier niet beperkt wordt door fosfaat, maar door andere voedingsstoffen, door lichtgebrek, korte verblijftijd of door begrazing (zoöplankton).

*In veel afwateringsgebieden is de algengroei potentieel beperkt door stikstof*

De verwachte maximale Chla:N'-ratio's (waarin N' staat voor de beschikbare fractie totaal-stikstof, dat is de hoeveelheid totaal-stikstof minus de hoeveelheid niet opneembare, inerte stikstof) verschillen vrijwel niet tussen de onderzochte afwateringsgebieden. Hieruit leiden we af dat de groei van fytoplankton eerder beperkt wordt door stikstof dan door fosfaat. In dertien van de zeventien afwateringsgebieden ligt de N':P-verhouding in de afgelopen tien jaar meestal beneden de Redfield-verhouding van 7 mg/mg, de optimale verhouding voor opname door algen. Deze potentiële stikstofbeperking is in de meeste gebieden vooral een gevolg van de extreem hoge gehalten  $P_{\text{totaal}}$  en is dus eigenlijk secundair.

### **Chloride**

Deze analyse is uitgevoerd voor dezelfde selectie van zeventien afwateringsgebieden.

*In sommige afwateringsgebieden is het chloridegehalte zodanig dat ze op de grens liggen tussen twee typen, tussen zoet en zwak brak, of tussen zwak brak en matig brak.*

Van de zeventien onderzochte afwateringsgebieden kunnen negen gerekend worden tot de zoete watertypen, op grond van 90% van de waarnemingen van het chloridegehalte, en twee tot de zwak brakke. Zes gebieden liggen wat dit betreft op de grens tussen twee typen: drie op de grens tussen zoet en zwak brak, en drie op de grens tussen zwak brak en matig brak.

*In sommige afwateringsgebieden is de variatie in het chloridegehalte zo groot, dat een effect op de ecologische ontwikkeling aannemelijk is.*

Een grote variatie in het chloridegehalte treedt op in zeven van de zeventien onderzochte gebieden. In de meest extreme twee gebieden, lopen de gemeten chloridegehalten uiteen van  $< 100 \text{ mg/l}$  (zoet) tot  $> 10.000 \text{ mg/l}$  (sterk brak tot zout).

**Discussie**

In de discussie gaan we in op de representativiteit van de analyses en eventuele vervolgstappen. In het slothoofdstuk Conclusie en Aanbeveling, doen we enkele aanbevelingen voor vervolgonderzoek.



# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

### *Achtergrondbelasting*

In het beheergebied van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) is sprake van een relatief hoge natuurlijke achtergrondbelasting. Deze werkt door in de nutriëntengehalten van het oppervlaktewater, met als resultaat dat de waterkwaliteit op de huidige maatlaten voor de Kaderrichtlijn Water meestal onvoldoende is.

In opdracht van het HHNK heeft Alterra voor 42 deelstroomgebieden (Figuur 1) de hoogte van de achtergrondbelasting voor stikstof en fosfaat berekend. De resultaten van deze studie zijn vastgelegd in een reeks rapporten (onder andere Van Boekel *et al.* 2013) en samengevat in Bijlage 1. Ze vormen een vertrekpunt voor de aanpassing van de KRW-doelen voor het Tweede Stroomgebiedbeheerplan 2016-2021 (SGBP2).

### *Aanpassing doelen*

Voor het SGBP2 is door Royal HaskoningDHV een aanpak ontwikkeld op basis van de KRW-verkenner, om een eerste snelle slag te slaan in het verwerken van de achtergrondconcentraties in de KRW-doelen (Schipper *et al.* 2014). Voor de daaropvolgende planperiode, 2021-2027 (SGBP3), wil het HHNK de doelstellingen onderbouwen met analyses van de watersystemen en hun ecologische relaties.

### *Pilots*

Als eerste stap in een analyse van het functioneren van de watersystemen in het beheergebied, heeft het HHNK opdracht gegeven voor twee pilots, één aan Witteveen+Bos en één aan een consortium van Koeman en Bijkerk bv, Torenbeek Consultant, Roelf Pot onderzoek- en adviesbureau en de Adviseur Water en Natuur.

De opdracht aan Witteveen+Bos omvatte een schatting van de kritische belasting voor de 42 afwateringsgebieden, met behulp van PCLake en PCDitch (Witteveen+Bos 2014). De opdracht aan Koeman en Bijkerk c.s. betrof de eerste stappen in de ontwikkeling van een transparante methodiek om KRW-doelen af te leiden voor twee gebieden (waterlichamen), uit gebiedsspecifieke processen, relaties en toestanden. In deze eerste fase zijn relevante gegevens verzameld over de 42 stroomgebieden.

### *Lichtklimaat en nutriëntenbeschikbaarheid*

Zeer relevant voor de ecologische ontwikkeling van een watersysteem, is de mogelijkheid voor de groei van ondergedoken vegetatie. Deze mogelijkheid staat of valt met het lichtklimaat onder water, de diepte tot waar het licht doordringt in relatie tot de diepte van het water. In helder water kan zich watervegetatie ontwikkelen, die een positief effect heeft op de diversiteit van macrofauna en vis. Is het water troebel dan krijgen waterplanten doorgaans weinig kans en blijft de verscheidenheid van andere biologische kwaliteitselementen laag.



Troebelheid ontstaat door kleurstof (humuszuur) en de aanwezigheid van deeltjes (seston) in de waterkolom. Deze deeltjes kunnen bestaan uit anorganisch materiaal (kleideeltjes), detritus inclusief veenresten, en uit fytoplankton. Inzicht in de belangrijkste factoren achter het ontstaan van troebelheid is nodig om effectieve maatregelen te kunnen verzinnen om de troebelheid te bestrijden.

Wanneer fytoplankton de belangrijkste oorzaak van troebelheid is, komt de focus wat betreft maatregelen te liggen op een reductie van de nutriëntenbelasting, of een verhoging van de kritische belasting. Omwille van de effectiviteit van de maatregelen is het hier nodig om inzicht te krijgen in de beschikbaarheid van nutriënten voor algengroei.

## **1.2 Doel**

Inzicht in de bepalende factoren achter troebelheid en in de nutriëntenbeschikbaarheid in de waterkolom, voor de 42 afwateringsgebieden en per relevant watertype.

## **1.3 Opzet**

In ons projectplan hebben we vijf fasen onderscheiden. Deze rapportage heeft betrekking op de eerste drie fasen.

### **Fase 1 Startbespreking en presentatie**

Op 15 januari 2014 heeft een startbespreking plaatsgevonden over de opzet van het project. Door H. van Dam en R. Torenbeek is een presentatie gegeven van onze opzet. De presentatie was samengesteld door R. Bijkerk en H. van Dam.

### **Fase 2 Voorbewerking en eerste analyse van beschikbare gegevens**

Deze eerste analyse omvatte een onderzoek naar de stuurfactoren achter het lichtklimaat en de nutriëntenbeschikbaarheid voor algengroei. Dit onderzoek richtte zich op alle 42 afwateringsgebieden, voor zover voldoende gegevens beschikbaar zijn. De resultaten zouden worden vastgelegd in een korte rapportage.

Om de analyses te kunnen uitvoeren zijn alle beschikbare gegevens over concentraties van chlorofyl, chloride, DOC, stikstof- en fosfaatfracties, sulfaat, zichtdiepte en zwevende stof door HHNK aan ons beschikbaar gesteld. Voorafgaand zijn de gegevens gecontroleerd, geharmoniseerd en zo nodig voorbereid. Eventuele uitschieters of anderszins onwaarschijnlijke waarden zijn verwijderd of gecorrigeerd, waarden beneden detectiegrenzen zijn op zinvolle wijze geconverteerd. Vooral de eenheden van het doorzicht moesten goed worden gecontroleerd (met bodemzicht kan men niet rekenen...).

### **Fase 3 Evaluatie en keuze pilotgebieden**

De resultaten van deze analyse zijn besproken en geëvalueerd tijdens een workshop met vertegenwoordigers van HHNK en de andere participanten in het project. Op grond van de resultaten en de wensen van de vertegenwoordigers van HHNK, zal besloten worden over het vervolg van dit project.

#### **1.4 Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 geven we een beschrijving van het onderzoekgebied en onze werkwijze. Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten van het onderzoek. De resultaten worden kritisch geëvalueerd in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 presenteren we de belangrijkste conclusies en doen we enkele aanbevelingen voor vervolgonderzoek. In de bijlagen geven we een overzicht van de bewerkte gegevens, waarvan de meeste in de vorm van digitale bestanden zijn bijgeleverd.



## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied maakt deel uit van het beheergebied van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK). Het omvat de 42 deelstroomgebieden (Figuur 1) waarvoor Alterra de achtergrondbelasting voor stikstof en fosfaat heeft berekend (van Boekel *et al.* 2013). Het zijn allemaal poldergebieden. Boezems en duinwateren zijn in deze fase buiten de studie gehouden.

### 2.2 Inwinning en voorbereiding gegevens

#### 2.2.1 Benodigde en aangeleverde gegevens

Om precies te weten te komen hoe de troebelheid tot stand komt, zijn gegevens nodig over de zichtdiepte en de gehalten van zwevende stof, gloeirest, chlorofyl-a en opgeloste organische koolstof (DOC), dat bepalend is voor het humusgehalte van het water en vaak verantwoordelijk voor bruinkleuring. Gegevens over de zichtdiepte zijn meestal wel beschikbaar, de gehalten van chlorofyl-a en zwevende stof worden minder vaak gemeten en gegevens over de concentratie van DOC zijn doorgaans schaars. Wat nutriënten betreft zijn in eerste instantie alleen de totaal-gehalten van stikstof en fosfor nodig. In tweede instantie kunnen de concentraties van opgelost reactief fosfaat (DRP) en opgeloste anorganische stikstof (DIN) een vermoeden van stikstofbeperking bevestigen. In de praktijk meet men ortho-P (DRP), nitriet, nitraat en ammonium (DIN) en Kjeldahl-N.

Andere nuttige gegevens voor een eerste exploratieve analyse, zijn de gehalten van chloride en sulfaat. Hoge concentraties van chloride leveren een belangrijke bijdrage tot de osmotische druk en zijn daardoor van beslissende betekenis voor het al of niet voorkomen van soorten waterplanten en -dieren (Redeke 1922, Remane & Schlieper 1971). Sulfaat is een belangrijke conditionele variabele voor fosfaat en toxicanten, onder andere ammoniak (Smolders *et al.* 2013), in de zin dat de concentratie van sulfaat in het oppervlaktewater die van fosfaat en ammoniak beïnvloedt.

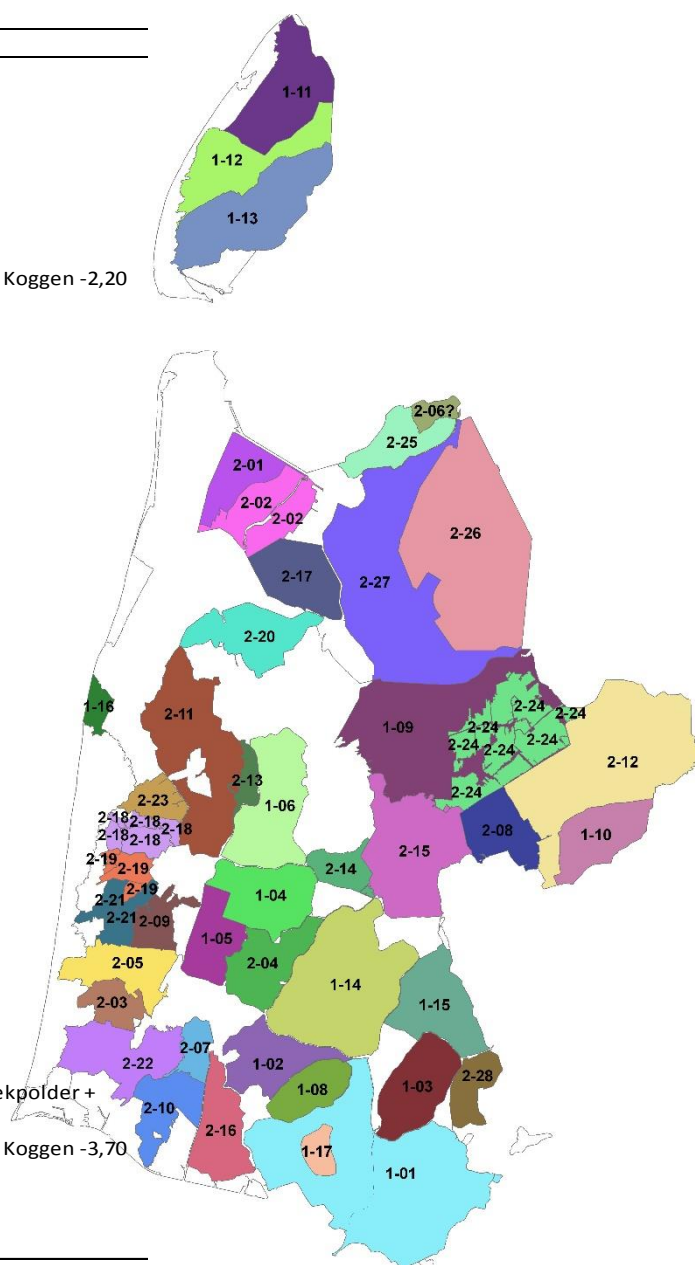
Door het HHNK is een file verstrekt met de hierboven genoemde chemische gegevens, van alle monsters van alle meetpunten van de afwateringsgebieden in Figuur 1. De gegevens hebben betrekking op de jaren 1977 tot en met 2014. Naast het nummer van het meetpunt, de naam van het water en de coördinaten op de topografische kaart, zijn hierin de OWM- en GAF90-aanduidingen vermeld.

Daarnaast is door het HHNK een bestand beschikbaar gesteld met relevante gegevens uit de legger (HHNK 2013). De boezemwateren, die in de legger bij het soort water als zodanig staan vermeld, zijn bij de verdere bewerkingen buiten beschouwing gebleven. Enkele locaties in het Noordhollandsch Kanaal en bij het gemaal Kadoelen (Waterland), zijn onterecht niet als boezemwater aangegeven en eveneens verwijderd.

| Nr | Ltype | Naam afwateringsgebied |
|----|-------|------------------------|
|----|-------|------------------------|

|      |    |                                             |
|------|----|---------------------------------------------|
| 1-01 | LV | Waterland +                                 |
| 1-02 | LV | Wormer en Jisperveld                        |
| 1-03 | DR | Purmer +                                    |
| 1-04 | DR | de Schermer-Noord                           |
| 1-05 | DR | de Schermer-Zuid                            |
| 1-06 | DR | polder Heerhugowaard *                      |
| 1-08 | DR | Wijdewormer                                 |
| 1-09 | JK | waterdelen polder Vier Noorder Koggen -2,20 |
| 1-10 | JK | polder Drieban                              |
| 1-11 | JK | polder Eijerland +                          |
| 1-12 | JK | Waal en Burg en het Noorden +               |
| 1-13 | GE | Gemeenschappelijke polders +                |
| 1-14 | DR | Beemster                                    |
| 1-15 | LV | polder Zeevang +                            |
| 1-16 | JK | Hargerpolder +                              |
| 1-17 | LV | 't Twiske                                   |
| 2-01 | JK | Anna Paulownapolder hoog                    |
| 2-02 | JK | Anna Paulownapolder laag                    |
| 2-03 | DU | Castricumerpolder +                         |
| 2-04 | LV | Eilandspolder +                             |
| 2-05 | DU | Groot-Limmerpolder +                        |
| 2-07 | LV | Krommenieer Woudpolder                      |
| 2-08 | JK | Oosterpolder +                              |
| 2-09 | DU | Oosterzijpolder                             |
| 2-10 | LV | polder Assendelft (NW)                      |
| 2-11 | JK | polder Geestmerambacht                      |
| 2-12 | JK | polder Grootslag +                          |
| 2-13 | JK | polder Oosterdel +                          |
| 2-14 | DR | polder Ursem                                |
| 2-15 | DR | polder Westerkogge                          |
| 2-16 | LV | polder Westzaan                             |
| 2-17 | JK | polder Wieringerwaard                       |
| 2-18 | JK | polders Bergermeer +                        |
| 2-19 | JK | polders Egmondermeer +                      |
| 2-20 | JK | polders Schagerkogge +                      |
| 2-21 | JK | Sammerspolder +                             |
| 2-22 | JK | Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder +     |
| 2-23 | JK | Verenigde polders +                         |
| 2-24 | JK | waterdelen polder Vier Noorder Koggen -3,70 |
| 2-25 | JK | Wieringen +                                 |
| 2-26 | DR | Wieringermeer-Oost +                        |
| 2-27 | DR | Wieringermeer-West +                        |

\* Stad van de Zon niet meegenomen



**Figuur 1** De 42 afwateringsgebieden met de nummering uit de Alterrapportages. Een + achter de naam betekent dat het afwateringsgebied groter is dan de topografische naam aanduidt. Het gebied 2-06 (Oosterlanderkoog) is niet meegenomen. Ltype is landschapstype, gebaseerd op de meest voorkomende grondsoort volgens de Alterra-rapporten (DR = droogmakerijen, DU = duinstrook, GE = Gemeenschappelijke polders, LV = laagveen).

Na deze selecties resteren 1182 meetpuntcodes. Dat zijn niet allemaal verschillende meetpunten, omdat in een aantal gevallen hetzelfde meetpunt met verschillende nummers is aangeduid. Soms zijn ook monsters van hetzelfde meetpunt en dezelfde datum onder verschillende meetpuntcodes in de bestanden aanwezig. Dergelijk duplo's zijn (nog) niet verwijderd.

## 2.2.2 Watertype

In de aangeleverde bestanden is per locatie het KRW-watertype ter plekke van het meetpunt en van het betreffende waterlichaam vermeld. Ook de gegevens over categorie en soort water uit de legger geven een indicatie omtrent het watertype. De categorie geeft aan of het water primair, secundair of tertiair is. Het soort water omvat onder andere de klassen hoofdwaterloop, schouwsloot, droge bedding, wegsloot, natuurwater en stedelijk water.

Heel vaak blijken deze gegevens niet te kloppen. Zo kunnen aan verschillende dichtbij elkaar gelegen meetpunten binnen hetzelfde water verschillende categorieën zijn toegekend en komt het type M25 (ondiepe laagveenplassen) niet in de bestanden voor. Daaraan is meestal het type M10 (laagveenvaarten en –kanalen) toegekend. Ongeveer een kwart van de meetpunten is meegenomen in de trendanalyse (Van Dam 2009), waarbij betere KRW-typen aan de punten zijn toegekend. Er zijn veel verschillen tussen de typen uit de huidige bestanden en de typen van 2009<sup>2</sup>. Binnen het gegeven tijdsbestek was het helaas niet mogelijk om aan alle locaties de juiste KRW-typen toe te kennen. Daarom is alleen onderscheid gemaakt tussen lijnvormige (l) wateren – zoals rellen, sloten en kanalen – en niet-lijnvormige (m) wateren, zoals ondiepe meren, wielen en overige diepe meren. Enkele wateren in het laagveengebied, zoals de Reef (Westzaan) en de Kromme Ganssloot (Wormer- en Jisperveld) zijn langgerekt en breed en zijn geclassificeerd als een overgangstype (l/m). Voor het toekennen van de typen zijn alle geselecteerde locaties op de lijst doorlopen en zo nodig op een recente topografische kaart (1 : 25 000) gecontroleerd.

## 2.2.3 Beïnvloeding

Vrijwel alle wateren in het beheergebied van Hollands Noorderkwartier worden meer of minder intensief beïnvloed door menselijke activiteiten. In de beschrijving van de meetpunten wordt regelmatig de term sterke beïnvloeding genoemd, die bij de verdere verwerking van de gegevens zijn gemarkeerd met r (voorbezinkvijver RWZI), e (effluentlozing), v (bij vuilstort) en o (overstort). Een 'o' tussen haakjes (o) geeft aan dat de invloed van de overstort waarschijnlijk gering is, in relatie tot de intensiteit van de bebouwing en de grootte van het ontvangende water. Het is mogelijk dat ook op meetpunten waarvoor dit niet in de beschrijving wordt gemeld, sprake is van sterke beïnvloeding.

---

<sup>2</sup> Nico Jaarsma heeft hierover met Bart Bos overlegd. Na 2009 is er een nieuw bestand gemaakt van KRW watertypen, hierin is:

- voor laagveengebieden aan alle meetpunten hetzelfde type toegekend (bijv. M10), dit vanwege het feit dat in laagveengebieden het waterlichaam al het water omvat. Dit klopt ecologisch gezien niet...
- voor de overige waterlichamen is per meetpunt op basis van grondslag, dimensie en zoutgehalte het best gelijkende type geselecteerd. Dit zou beter moeten kloppen met de ecologische werkelijkheid in het veld... Voor de systeemanalyses is dit een belangrijk aandachtspunt. Een update van het bestand, tenminste voor de veengebieden, is nodig voordat analyses op watertype-niveau zinvol kunnen worden uitgevoerd.

### 2.2.4 Grondsoort

Door het HHNK is een tabel beschikbaar gesteld met de belangrijkste grondsoorten op en rond het meetpunt. Aangegeven zijn de percentages van het oppervlak dat ingenomen wordt door de betreffende grondsoort, in een cirkel met een straal van honderd meter rond het meetpunt. Er zijn vier categorieën grondsoorten: zand, veen, klei, terp, onbekend. De categorie “onbekend” komt vooral voor bij meetpunten in verstedelijkte gebieden en grote wateren.

### 2.2.5 Landgebruik

HHNK een tabel beschikbaar gesteld van de percentages oppervlak van de landgebruiksvormen, in een cirkel met een straal van vijftig meter rond elk meetpunt. De landgebruik kaart (LGN6) is gedetailleerder dan de grondsoortenkaart (WUR 2014). De aangeleverde 32 klassen zijn door ons gereduceerd tot de tien klassen in Tabel 1.

### 2.2.6 Hydromorfologie

Hydromorfologische gegevens uit de laatste jaren zijn ontleend aan de legger van het HHNK. Hierin zijn onder meer de bodembreedte, waterbreedte, de helling van het talud, de bodemhoogte (hoogte ten opzichte van NAP) en de waterdiepte vermeld. Ook is aangegeven wat het waterpeil is, eventueel uitgesplitst in winterpeil ( $\pm$  oktober –  $\pm$  maart) en zomerpeil ( $\pm$  april –  $\pm$  september), en de aard van de peilvariatie (Tabel 2). Een flexibel of dynamisch peil betekent dat het peil niet geheel vast is, maar kan schommelen tussen (nauwe) grenzen. Indien in de legger de waterdiepte niet is aangegeven, is deze zo mogelijk berekend uit het verschil tussen het nagestreefde peil en de bodemhoogte. In de legger zijn alle wateren geschematiseerd als lijnen. Per vak is een gemiddelde diepte weergegeven. Dat gaat vaak mis bij de meren en plassen.

Veel gegevens ontbreken, of zijn in de bestanden weergegeven als nul en dan soms niet te onderscheiden van echte nullen (bijvoorbeeld voor NAP). Deze nullen zijn opgevat als ontbrekende waarnemingen. Belangrijker nog is dat de aangegeven waarden betrekking hebben op minimaal vereiste waarden voor een adequate aanvoer, afvoer en berging van het water en minder op actuele afmetingen en peilen.

**Tabel 1** Oorspronkelijke en aangepaste klassen van landgebruik met hun percentages oppervlakte.

| Aangepast                               | %    | Oorspronkelijk                        | %      |
|-----------------------------------------|------|---------------------------------------|--------|
| Open water                              | 22,5 | Zoet water                            | 22,4   |
|                                         |      | Zout water                            | 0,1    |
| (Riet)moeras                            | 1,6  | Rietvegetatie                         | 1,3    |
|                                         |      | Overige moerasvegetatie               | 0,3    |
| Duin                                    | 0,1  | Duinen met lage vegetatie             | 0,1    |
|                                         |      | Open zand in kustgebied               | 0,03   |
|                                         |      | Duinen met hoge vegetatie             | 0,01   |
| Bos                                     | 3,5  | Loofbos                               | 1,6    |
|                                         |      | Bos in primair bebouwd gebied         | 0,8    |
|                                         |      | Bos in secundair bebouwd gebied       | 0,6    |
|                                         |      | Naaldbos                              | 0,5    |
|                                         |      | Bos in moerasgebied                   | 0,0002 |
| Natuurgrasland                          | 4,3  | Natuurgraslanden                      | 4,3    |
| Agrarisch grasland                      | 39,7 | Agrarisch gras                        | 29,8   |
|                                         |      | Gras in primair bebouwd gebied        | 6,8    |
|                                         |      | Gras in secundair bebouwd gebied      | 3,0    |
| Agrarisch<br>(zonder gras<br>en bollen) | 10,1 | Overige landbouwgewassen              | 4,0    |
|                                         |      | Aardappelen                           | 2,1    |
|                                         |      | Maïs                                  | 1,7    |
|                                         |      | Granen                                | 1,5    |
|                                         |      | Bieten                                | 0,4    |
|                                         |      | Fruitkwekerijen                       | 0,3    |
|                                         |      | Boomgaarden                           | 0,1    |
|                                         |      | Glastuinbouw                          | 0,1    |
|                                         |      | Boomkwekerijen                        | 0,05   |
| Bollen                                  | 1,7  | Bloembollen                           | 1,7    |
| (Spoor)wegen                            | 4,7  | Hoofdwegen en spoorwegen              | 4,7    |
| Bebouwing                               | 11,6 | Bebouwing in primair bebouwd gebied   | 7,1    |
|                                         |      | Bebouwing in het buitengebied         | 4,1    |
|                                         |      | Bebouwing in secundair bebouwd gebied | 0,3    |
|                                         |      | Kale grond in bebouwd gebied          | 0,1    |



**Tabel 2** Percentage monsters per peilvariatie-klasse; het oorspronkelijke aantal klassen voor de peilvariatie op het meetpunt, is voor de analyse gereduceerd tot drie.

| Aangepast | %    | Oorspronkelijk               | %    |
|-----------|------|------------------------------|------|
| Dynamisch | 58,4 | Dynamisch                    | 39,3 |
|           |      | Dynamisch seizoen            | 13,7 |
|           |      | Flexibel                     | 4,6  |
|           |      | Flexibel hoger dan           | 0,8  |
| Vast      | 39,6 | Vast                         | 21,4 |
|           |      | Vast seizoen                 | 17,9 |
|           |      | Natuurlijk winter/vast zomer | 0,3  |
| Onbekend  | 1,9  | Onbekend                     | 1,9  |

## 2.2.7 Fysische en chemische gegevens

Monsters waarin alléén een beperkte set van variabelen voor zwemwatercontrole zijn bepaald, zoals blauwwierpigmenten, hebben we buiten onze selectie gehouden. Enkele tientallen tot honderden monsters (afhankelijk van de variabele) zijn al of niet op hetzelfde tijdstip op dezelfde locatie op dezelfde dag in duplo, en soms zelfs in triplo, genomen. Hiervan is steeds aselekt een van de waarnemingen gekozen voor verdere verwerking.

Na de selectie zijn in totaal 55 771 monsters uit de periode 1977 – 2014 beschikbaar waarin één of meer van de variabelen uit Tabel 3 zijn bepaald.

Vooraf in oudere monsters is een ontbrekende waarneming van de nutriënten vaak als nul vermeld. Deze nullen zijn verwijderd. Voor alle variabelen zijn waarnemingen beneden de gehanteerde detectiegrenzen, die in de loop der tijd kunnen verschillen, gesteld op de helft van de detectiegrens, zoals algemeen gebruikelijk is.

De percentages waarnemingen beneden de detectiegrenzen en de meest voorkomende detectiegrenzen zijn vermeld in Tabel 3. Voor zwevende stof ligt bijna de helft van de waarnemingen beneden de detectiegrenzen, zodat de gebruiksmogelijkheden van deze variabele betrekkelijk gering zijn. Voor chlorofyl-a ligt 7,2% van de waarnemingen beneden de detectiegrenzen, maar dat zijn voornamelijk waarnemingen uit het winterhalfjaar.

Hoge percentages waarnemingen beneden de detectiegrenzen komen ook voor bij de ruwe waarden van de stikstoffracties, ook totaal-stikstof. In de database is totaal-stikstof met een detectiegrens opgegeven als ook maar één van de componenten met lage concentraties beneden een detectielimiet ligt. Daarom zijn de gehalten van totaal-stikstof zoveel mogelijk opnieuw berekend uit de som van Kjeldahl-, nitriet- en nitraatstikstof. Daar Kjeldahl-stikstof nooit beneden de detectiegrens ligt en de overige fracties meestal veel kleiner zijn dan Kjeldahl-stikstof, zijn deze opnieuw berekende concentraties van totaal-stikstof goed bruikbaar voor verdere analyse.

**Tabel 3** Geselecteerde fysische en chemische variabelen. %<Det. is het percentage waarnemingen uit alle monsters beneden de detectiegrens van de betreffende variabele, aangegeven in de kolom Det. grens. Voor de zichtdiepte is hier het percentage waarnemingen groter dan een opgegeven waarde (bodemplicht) vermeld. De gemiddelden zijn berekend na correctie voor de detectiegrenzen.

| Variabele                     | Eenheid | Afkorting | Aantal | Gemiddelde | %<Det. | Det. grens |
|-------------------------------|---------|-----------|--------|------------|--------|------------|
| <b>Licht</b>                  |         |           |        |            |        |            |
| Zichtdiepte                   | m       | ZD        | 44.603 | >0,26      | 22,5   | variabel   |
| Zwevende stof                 | mg/l    | ZS        | 15.070 | 21,2       | 46,0   | 10         |
| Opgeloste organische koolstof | mg/l    | DOC       | 1.155  | 16,0       | 0,0    | ?          |
| Chlorofyl-a                   | µg/l    | Chla      | 28.671 | 87         | 7,2    | 8          |
| <b>Macro-ionen</b>            |         |           |        |            |        |            |
| Chloride                      | mg/l    | Cl        | 47.527 | 721        | 0,0    | ?          |
| Sulfaat                       | mg/l    | SO4       | 24.270 | 162        | 0,0    | 5          |
| <b>Nutriënten</b>             |         |           |        |            |        |            |
| Orthofosfaat (DRP)            | mg/l P  | oP        | 36.537 | 0,61       | 1,6    | 0,005      |
| Totaal-fosfaat                | mg/l P  | tP        | 46.762 | 0,89       | 0,3    | 0,05       |
| Kjeldahl-stikstof             | mg/l N  | kN        | 42.681 | 3,5        | 0,0    | 0,2        |
| Ammonium-stikstof             | mg/l N  | NH4       | 45.035 | 1,0        | 7,4    | 0,1        |
| Nitraat-stikstof              | mg/l N  | NO3       | 14.360 | 0,71       | 36,0   | 0,1        |
| Nitriet-stikstof              | mg/l N  | NO2       | 17.999 | 0,05       | 17,7   | 0,01       |
| Nitriet- + nitraat-stikstof   | mg/l N  | sNO3NO2   | 35.496 | 1,2        | 28,3   | 0,1        |
| Totaal-stikstof               | mg/l N  | tN        | 42.536 | 4,6        | 30,8   | variabel   |

Uit Tabel 3 blijkt dat ruim een derde van de waarneming van nitraat-stikstof (NO<sub>3</sub>) beneden de detectiegrens liggen. Dat zou erop wijzen dat een daadwerkelijk tekort aan stikstof frequent optreedt in deze wateren als geheel. Het is opmerkelijk echter, dat de gehalten van ammonium-stikstof (NH<sub>4</sub>) slechts in 7,4% van de gevallen beneden detectiegrens liggen, die voor beide stoffen overigens gelijk is (0,1 mg N/l). Algen kunnen ammonium naast nitraat goed opnemen voor groei en in feite is dit voor hen energetisch voordeliger. Vermoedelijk is het optreden van stikstofbeperking dus minder verbreid dan de nitraatgehalten doen vermoeden...

Mits voldoende zuurstof voorhanden is, wordt ammonium door nitrificerende bacteriën doorgaans snel omgezet in nitraat. Wateren die relatief rijker zijn aan ammonium dan aan nitraat, zouden dus gekenmerkt kunnen zijn door een slechte zuurstofhuishouding. Dit houdt in een reductief milieu, dat we kunnen verwachten in veengebieden maar niet zozeer op het zand en de klei...

Enkele waarnemingen van chlorofyl-a, chloride, Kjeldahl-stikstof en totaal-stikstof, zijn als overschrijdingen van een bepaalde grens gesteld. Die zijn arbitrair op  $1,5 \times$  die grens gesteld, waarna is beoordeeld of die gecorrigeerde waarnemingen in de waarnemingsreeksen van de betreffende locaties pasten. Wanneer dat niet het geval was, zijn die waarnemingen geschrapt.

Voor de detectie van uitschieters hebben we alle waarnemingen van de betreffende variabele van laag naar hoog gerangschikt. Zowel de extreem hoge als lage waarnemingen zijn vervolgens gemarkeerd, waarna is beoordeeld of die gecorrigeerde waarnemingen in de waarnemingsreeksen van de betreffende locaties pasten. Wanneer dat niet het geval was, is die waarneming verwijderd of (decimaal) gecorrigeerd. Uitschieters komen echter zeer weinig voor. Bij deze procedure is speciale aandacht gegeven aan het doorzicht, omdat dit elders vaak met verkeerde eenheden in databases is opgenomen. Dat blijkt hier echter zeer waarschijnlijk niet het geval te zijn.

## 2.3 Analyse van de gegevens

### 2.3.1 Meetperiode

Voor het begrijpen van de huidige watersystemen leek ons een analyse van de gegevens uit de meest recente meetperiode van tien jaar het meest zinvol. Daarom hebben we ons voor deze analyse beperkt tot gegevens uit de periode 2004 tot en met 2013. Voor een analyse van de respons van organismen op abiotische variabelen zijn historische gegevens (de dataset gaat terug tot 1977) natuurlijk wel zeer waardevol.

### 2.3.2 Lichtklimaat

#### Beschikbare gegevens

Voor een analyse van de stuurfactoren achter het lichtklimaat zijn minimaal de volgende drie variabelen nodig: (1) zichtdiepte (ZD), (2) chlorofyl-a-gehalte (Chla) en (3) zwevende-stofgehalte (ZS). Voor de combinatie van deze variabelen (gecombineerd gemeten op eenzelfde meetpunt en eenzelfde tijdstip in bovengenoemde meetperiode), zijn in de aangeleverde dataset van zeventien afwateringsgebieden gegevens beschikbaar (Tabel 4). Van veertig gebieden zijn gegevens beschikbaar van de combinatie zichtdiepte en chlorofyl-a-gehalte en van 25 gebieden van de combinatie zichtdiepte en zwevende-stofgehalte. In geen van de zeventien afwateringsgebieden is de combinatie ZD+ZS+Chla gedurende alle jaren in de periode 2004-2013 gemeten (Tabel 5)<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Het is een wijd verbreid misverstand dat altijd op alle meetpunten alle mogelijk metingen worden uitgevoerd. Dit zou tot torenhoge kosten leiden zonder dat van tevoren een duidelijke informatiebehoefte is geformuleerd. In de bestaande meetnetten bij HHNK is altijd zorgvuldigheid betracht bij de keuze voor meetlocatie en meetprogramma (metingen) voortkomend uit de informatiebehoefte. In dit onderzoek is het dus onvermijdelijk dat op veel meetpunten niet alle metingen zijn verricht.

**Tabel 4** Aantal waarnemingen per combinatie van lichtklimaatvariabelen (zie voor afkortingen Tabel 3).

| Afwateringsgebied               | ZD+ZS+Chla | ZD+ZS | ZD+Chla | ZS+Chla |
|---------------------------------|------------|-------|---------|---------|
| 1-01 Waterland +                | 38         | 50    | 575     | 38      |
| 1-02 Wormer en Jisperveld       | 71         | 83    | 175     | 71      |
| 1-03 Purmer +                   |            | 12    | 46      |         |
| 1-04 de Schermer-Noord          | 22         | 22    | 35      | 22      |
| 1-05 de Schermer-Zuid           |            |       | 60      |         |
| 1-06 polder Heerhugowaard       | 11         | 27    | 38      | 11      |
| 1-08 Wijdewormer                | 23         | 34    | 68      | 23      |
| 1-09 pldr Vier N. Koggen -2,20  |            | 12    | 48      |         |
| 1-10 polder Drieban             |            | 12    | 24      |         |
| 1-11 polder Eijerland +         |            | 11    | 63      |         |
| 1-12 W. Burg en het Noorden +   | 124        | 141   | 215     | 124     |
| 1-13 Gemeensch. polders +       | 11         | 69    | 68      | 11      |
| 1-14 Beemster                   |            |       | 82      |         |
| 1-15 polder Zeevang +           | 24         | 24    | 84      | 24      |
| 1-16 Hargerpolder +             |            |       | 38      |         |
| 1-17 't Twiske                  | 12         | 24    | 109     | 12      |
| 2-03 Castricumerpolder +        | 11         | 22    | 51      | 11      |
| 2-04 Eilandspolder +            |            |       | 99      |         |
| 2-05 Groot-Limmerpolder +       |            | 11    | 92      |         |
| 2-07 Krommenieër Woudpldr       |            | 12    | 81      |         |
| 2-08 Oosterpolder +             | 89         | 101   | 112     | 89      |
| 2-09 Oosterzijpolder            |            |       | 24      |         |
| 2-10 polder Assendelft (NW)     |            | 12    | 48      |         |
| 2-11 polder Geestmerambacht     |            |       | 89      |         |
| 2-12 polder Grootslag +         | 47         | 107   | 127     | 47      |
| 2-13 polder Oosterdel +         |            |       | 60      |         |
| 2-14 polder Ursem               |            |       | 24      |         |
| 2-15 polder Westerkogge         | 18         | 30    | 42      | 18      |
| 2-16 polder Westzaan            |            | 24    | 81      |         |
| 2-17 polder Wieringerwaard      |            |       | 60      |         |
| 2-18 polders Bergermeer +       |            |       | 24      |         |
| 2-19 polders Egmondermeer +     |            |       | 24      |         |
| 2-20 polders Schagerkogge +     |            |       | 37      |         |
| 2-21 Sammerspolder +            |            |       | 30      |         |
| 2-22 Uitg.- en Heemsk.br.pldr + | 34         | 45    | 626     | 34      |
| 2-23 Verenigde polders +        |            |       | 24      |         |
| 2-24 pldr Vier N. Koggen -3,70  | 148        | 160   | 247     | 148     |
| 2-25 Wieringen +                |            |       | 65      |         |
| 2-26 Wieringermeer-Oost +       | 71         | 83    | 92      | 72      |
| 2-27 Wieringermeer-West +       | 150        | 214   | 194     | 150     |

**Tabel 5** Aantal meetpunten per afwateringsgebied waar de combinatie ZD, ZS en Chla gedurende het aangegeven aantal meetjaren is gemeten, met het aangegeven aantal waarnemingen per meetjaar.

| Afwater gebied | Aantal meetjaren met ZD+ZS+Chla |   |   |   |   |   |   |   |   | Aantal waarnemingen per meetjaar |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|----------------|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|                | 1                               | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1                                | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1-01           | 1                               |   |   | 1 |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 1-02           |                                 |   |   |   |   | 1 |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 1-03           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 1-04           |                                 | 1 |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    | 1  |    |
| 1-05           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 1-06           | 1                               |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    | 1  |    |
| 1-08           |                                 | 1 |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 1-09           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 1-10           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 1-11           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 1-12           | 1                               |   |   |   | 5 | 2 |   |   |   |                                  | 1  | 4 | 3 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 1-13           | 1                               |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    | 1  |    |
| 1-14           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 1-15           |                                 | 2 |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   | 2 |   |   |   |    |    |    |
| 1-16           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 1-17           | 1                               |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 2-03           | 1                               |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    | 1  |    |
| 2-04           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-05           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-07           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-08           |                                 | 3 |   | 1 |   | 6 |   |   |   |                                  | 10 |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-09           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-10           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-11           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-12           | 2                               | 1 |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    | 1  | 2  |
| 2-13           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-14           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-15           |                                 | 2 |   |   |   | 1 |   |   |   |                                  | 3  |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-16           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-17           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-18           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-19           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-20           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-21           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-22           |                                 | 2 |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   | 1 |   |   |   |    | 1  |    |
| 2-23           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-24           |                                 |   |   |   | 3 |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   | 3  |    |    |
| 2-25           |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2-26           |                                 |   |   |   |   | 1 |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 2-27           |                                 | 1 |   |   | 1 |   |   |   | 1 |                                  |    |   |   |   | 1 |   |   |   |    | 1  | 1  |

**Tabel 6** Aantal meetpunten per afwateringsgebied waar de combinatie ZD en Chla gedurende het aangegeven aantal meetjaren is gemeten, met het aangegeven aantal waarnemingen per meetjaar.

| Afwater gebied | Aantal meetjaren met ZD+Chla |   |   |   |   |   |   |   |   | Aantal waarnemingen per meetjaar |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|----------------|------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|                | 1                            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1                                | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1-01           | 28                           | 1 | 6 |   |   | 2 |   |   |   | 1                                |    |   | 1 |   | 3 | 4 | 1 | 1 | 2  | 1  | 23 |
| 1-02           | 3                            | 2 | 2 |   |   | 1 |   |   |   |                                  |    |   |   | 1 | 2 | 1 |   |   | 1  |    | 3  |
| 1-03           | 2                            | 1 |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    | 1  | 2  |
| 1-04           |                              |   | 1 |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 1-05           |                              |   |   |   | 1 |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 1-06           | 2                            | 1 |   |   |   |   |   |   |   |                                  | 1  |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 2  |
| 1-08           | 1                            |   |   |   |   | 1 |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   | 1 |   |    |    | 1  |
| 1-09           |                              |   |   | 1 |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 1-10           |                              | 1 |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 1-11           | 1                            | 1 |   |   | 1 |   |   |   |   |                                  |    |   | 1 |   | 1 |   |   |   | 1  |    |    |
| 1-12           | 2                            | 1 | 1 |   | 4 | 1 | 1 | 1 |   |                                  | 1  | 3 | 3 | 2 | 1 |   |   |   |    |    | 1  |
| 1-13           | 1                            | 3 |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   | 1 |   |   |   |    | 1  | 2  |
| 1-14           | 2                            |   |   |   | 1 |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   | 1  |    | 2  |
| 1-15           | 3                            | 3 |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   | 2 |   |   |   |    |    | 4  |
| 1-16           | 1                            | 3 |   |   |   |   |   |   |   |                                  | 2  |   | 1 |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 1-17           | 1                            | 1 | 1 |   |   |   | 1 |   |   |                                  |    |   |   |   | 1 | 2 |   |   | 1  |    |    |
| 2-03           | 1                            | 1 | 1 |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   | 1 |   |   |   |    | 1  | 1  |
| 2-04           | 5                            |   | 2 |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   | 2 |   |   |   |   | 1  |    | 4  |
| 2-05           | 4                            |   | 2 | 1 |   |   |   |   |   |                                  | 1  |   | 1 | 2 |   |   |   |   | 1  | 2  |    |
| 2-07           | 1                            | 1 |   |   | 1 |   |   |   |   |                                  |    |   | 1 |   |   |   |   | 1 |    |    | 1  |
| 2-08           |                              | 4 |   | 1 |   | 6 |   |   |   |                                  | 10 |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 2-09           |                              | 1 |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 2-10           | 2                            | 1 |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 3  |
| 2-11           | 3                            | 1 |   |   | 1 |   |   |   |   | 1                                | 2  |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 2  |
| 2-12           | 3                            | 3 |   | 1 |   |   |   |   |   |                                  | 1  |   |   |   |   |   | 1 |   |    |    | 5  |
| 2-13           |                              |   |   |   | 1 |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 2-14           |                              | 1 |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 2-15           |                              | 3 |   |   |   | 1 |   |   |   |                                  | 3  |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 2-16           | 2                            |   | 1 |   | 1 |   |   |   |   |                                  | 1  |   |   |   |   |   |   |   | 1  |    | 2  |
| 2-17           |                              |   |   |   | 1 |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 2-18           |                              | 1 |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 2-19           |                              | 1 |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 2-20           |                              |   |   | 1 |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   | 1 |    |    |    |
| 2-21           |                              |   | 1 |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   | 1  |    |    |
| 2-22           | 3                            | 1 | 3 |   | 1 | 7 |   |   |   |                                  | 1  |   | 1 |   | 2 |   |   |   | 2  | 7  | 2  |
| 2-23           |                              | 1 |   |   |   |   |   |   |   |                                  |    |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 2-24           | 1                            | 3 |   |   | 4 |   |   |   |   |                                  |    |   | 1 | 2 |   |   |   |   | 3  | 1  | 1  |
| 2-25           | 1                            |   |   |   | 1 |   |   |   |   |                                  |    |   |   | 1 |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 2-26           | 1                            | 2 |   |   |   |   | 1 |   |   |                                  | 2  |   |   | 1 |   |   |   |   |    | 1  |    |
| 2-27           |                              |   | 1 |   |   |   |   |   | 2 |                                  |    |   |   |   |   |   | 1 |   |    | 1  | 1  |

In enkele gebieden, bijvoorbeeld 1-06 en 2-03, zijn deze variabelen een enkel jaar en op één meetpunt gemeten. Van acht gebieden zijn van vier of meer meetjaren gegevens beschikbaar, van één of meerdere meetpunten. Wel is het aantal tijdstippen per meetjaar waarop deze combinatie gemeten is, op veel meetpunten beperkt tot enkele. In het gebied 2-08 bijvoorbeeld, is deze combinatie op tien meetpunten gemeten, gedurende twee, vier of zes meetjaren. In alle gevallen echter, is het gemiddelde aantal metingen per meetjaar beperkt tot twee (Tabel 5).

Het aantal meetpunten waarop de combinatie ZD+Chla is gemeten, is aanzienlijk groter (Tabel 6). Van 22 gebieden zijn vier tot zes meetjaren beschikbaar (van enkele gebieden tot acht). In de meeste gevallen betreft het één meetpunt, waarbij gemiddeld tien tot twaalf waarnemingen per meetjaar zijn verzameld.

### Analyse

We hebben twee typen analyses uitgevoerd: (1) een berekening van het aandeel planktonalgen in het zwevende stof en (2) een bepaling van de relatie tussen zichtdiepte en het gehalte van chlorofyl-a, respectievelijk zwevende stof.

#### *Aandeel planktonalgen in zwevende stof*

De grootte van dit aandeel vertelt ons of algen de belangrijkste oorzaak zijn van troebelheid of niet. Gesteld natuurlijk, dat het effect op de helderheid vergelijkbaar is voor algen en andersoortige zwevende stof. Dat is niet helemaal zo, omdat algendeeltjes niet alleen door verstrooiing het licht uitdoven, maar ook door absorptie.

We hebben gebruik gemaakt van gegevens uit de zomerperiode (april-september). Om het aandeel algen te berekenen is het drooggewicht van de algen in mg/l berekend uit het gemeten chlorofyl-a-gehalte. Hiertoe is uit dit gehalte eerst het biovolume bepaald met behulp van de regressie

$$[\text{Biovolume}] = 10^{(\log[\text{Chla}] - 0,825) / 0,679},$$

waarbij het biovolume is uitgedrukt in mm<sup>3</sup>/l en het gehalte chlorofyl-a (Chla) in µg/l. Deze regressie ( $R^2 = 0,81$ ) is door ons afgeleid uit een set van 196 waarnemingen van gecombineerde chlorofyl-a- en biovolumebepalingen uit de zoete rijkswateren, waarbij het biovolume bepaald is met ons telprogramma Count Manager (Bijkerk & Koeman 2013). De hoeveelheid chlorofyl-a per eenheid biovolume is niet constant, maar verschilt per algensoort en varieert in zijn algemeenheid met het seizoen en met de troebelheid van het water. Bovengenoemde regressie is gebaseerd op natuurlijke gemeenschappen van fytoplanktonsoorten uit sterk gebufferde wateren met wisselende troebelheid en van verschillende tijdstippen in de periode april-september. Ofschoon de relatie significant is ( $P < 0,0001$ ), moet de schatting van het biovolume in individuele gevallen gezien worden als een benadering met een 95%-betrouwbaarheidsinterval van ±25%. Gesteld dat de wateren in het beheergebied van HHNK relatief troebel zijn, zou de toepassing van deze regressie tot een overschatting van het biovolume kunnen leiden. Het gevolg hiervan zou zijn dat het algenaandeel in het zwevende-stofgehalte in feite nog kleiner is dan in ons onderzoek is berekend.

Vervolgens is uit het biovolume het drooggewicht berekend volgens

$$[\text{Drooggewicht}] = 0,47 [\text{Biovolume}]^{0,99}$$

Hierbij is het drooggewicht uitgedrukt in pg/l en het biovolume in  $\mu\text{m}^3/\text{l}$  (Reynolds 2006, pp 25-27). Vervolgens is het procentuele aandeel algen in het zwevende stof berekend uit de verhouding tussen dit berekende drooggewicht en het gemeten drooggewicht van het zwevende stof. In 10% van de gevallen was het berekende algendrooggewicht groter dan het gemeten gewicht van het zwevende stof. In die gevallen is het aandeel algen in het zwevende stof gesteld op 100%.

#### *Relatie zichtdiepte, chlorofyl, zwevende stof*

Uit een plot van de reciproke zichtdiepte tegen het gehalte chlorofyl-a, of zwevende stof, kunnen we afleiden in welke mate deze gehalten de variatie in de troebelheid verklaren, door berekening van de  $R^2$ . Daarnaast kunnen we uit zo'n plot een schatting maken van het achtergronddoorzicht, het doorzicht in afwezigheid van chlorofyl-a, respectievelijk zwevende stof. Dergelijke plots zijn in deze fase alleen gemaakt voor gebieden met meetpunten waarvan relatief veel meetjaren met een relatief hoog aantal waarnemingen per meetjaar beschikbaar zijn.

### **2.3.3 Nutriëntenbeschikbaarheid**

#### **Beschikbare gegevens**

Deze analyse is uitgevoerd voor dezelfde zeventien afwateringsgebieden als genoemd in Tabel 5), met gegevens uit de periode 2004-2013. Voor de Chla:N- en Chla:P-plots zijn alle waarnemingen gebruikt van  $N_{\text{totaal}}$  en  $P_{\text{totaal}}$  waarvoor ook waarnemingen van het chlorofyl-a-gehalte beschikbaar zijn. Hieronder zitten zowel waarnemingen uit het zomerhalfjaar, als uit het winterhalfjaar. Voor de berekening van de verhouding tussen N en P, zijn van  $N_{\text{totaal}}$  en  $P_{\text{totaal}}$  alle beschikbare gegevens uit het zomerhalfjaar gebruikt.

#### **Analyse**

We hebben twee typen analyses uitgevoerd: (1) een bepaling van de grootte van de inerte fractie van  $N_{\text{totaal}}$  (de stikstof fractie die niet afbreekbaar is (mineraliseerbaar) en daardoor nooit opgenomen kan worden door algen) en (2) een bepaling van de 95-percentielen van de Chla:P- en Chla:N'-verhouding, waarbij N' het gehalte  $N_{\text{totaal}}$  is verminderd met het gehalte van de inerte fractie bepaald onder (1).

NB: in dit rapport duiden we de potentieel beschikbare stikstof fractie aan als N'; dit is dus de gemeten fractie  $N_{\text{totaal}}$ -verminderd met de geschatte grootte van de inerte fractie.

#### *Inerte fractie $N_{\text{totaal}}$*

Op basis van de landelijke metingen van de Vierde Eutrofiëringenenquête hebben Portielje & van der Molen (1998) de grootte van deze fractie in zijn algemeenheid geschat op 0,67 mg N/l. Omdat we niet willen veronderstellen dat dit representatief is voor de wateren van HHNK, hebben wij voor de zeventien afwateringsgebieden de grootte zelf geschat uit een plot van de gehalten van chlorofyl-a tegen de simultaan gemeten gehalten van  $N_{\text{totaal}}$ .



De schatting is gebeurd op het oog en op iteratieve wijze, door te kijken bij welk inert gehalte,  $N'$ , de resulterende 95-percentielen van de  $Chla:N'$ -ratio het best pasten bij de puntenwolk.

#### *95-percentielen*

Het 95-percentiel van de  $Chla:N'$ - en  $Chla:P$ -verhoudingen is bepaald per afwateringsgebied, op basis van alle waarnemingen die binnen het gebied beschikbaar zijn. In de dataset van waarnemingen van  $Chla:N'$  of  $Chla:P$ , gesorteerd van klein naar groot, is het 95-percentiel de waarde waar beneden 95% van alle waarnemingen liggen; met andere woorden: slechts 5% van de waarnemingen uit de dataset is groter dan dit 95-percentiel. Voor een juiste berekening van de verhouding  $Chla:N'$  is eerst de grootte van de inerte fractie geschat in de plot van chlorofyl-a tegen  $N_{\text{totaal}}$ , op het oog en in een iteratief proces met beschouwing van de mogelijke percentiellijnen (zie hieronder).

Op basis van het 95-percentiel zijn lijnen geconstrueerd die voor elke waarde van  $N'$  of  $P$  de **verwachte maximale waarde** van chlorofyl-a geven (dat wil zeggen, maximaal in 95% van de gevallen; zie ook de onderste twee panelen in Figuur 5). Deze lijnen hebben we percentiellijnen genoemd. De tangens van de hellingshoek van deze percentiellijnen is gelijk aan het 95-percentiel. Dus als het 95-percentiel van de  $Chla:P$ -verhouding gelijk is aan 612  $\mu\text{g}/\text{mg}$ , verwacht men bij een  $P$ -gehalte van 0,05  $\text{mg}/\text{l}$  een gehalte van 31  $\mu\text{g}$   $Chla/\text{l}$  en bij 0,15  $\text{mg}$   $P/\text{l}$  een gehalte van 92  $\mu\text{g}$   $Chla/\text{l}$ .

Als het 95-percentiel relatief laag is, betekent dit dat de opbrengst aan chlorofyl-a per eenheid  $N'$  of  $P$  in 95% van de gevallen relatief laag is. Dit kan betekenen dat de algengroei niet wordt beperkt door het betreffende nutriënt, maar door een ander nutriënt, of door licht. Een andere, maar minder waarschijnlijke mogelijkheid is, dat de algen-biomassa permanent laag gehouden wordt door een hoge graasdruk van zoöplankton of als gevolg van een korte verblijftijd van het water. In watersystemen met veel water aan- en -afvoer, zoals kanalen, is de verblijftijd in delen van het jaar waarschijnlijk beperkend voor de algengroei. Bij geringe waterdiepten en beschutte omstandigheden (zoals er heersen in sloten), is ook bezinking wellicht een bepalende factor. Wind en vis kunnen door turbulentie en bodemwoeling juist algen weer in suspensie houden, ofschoon hierdoor ook troebelheid en daardoor lichtbeperking kan ontstaan. De beste (fysische) omstandigheden voor algengroei (fytoplankton) zijn in het algemeen toch te verwachten in grotere open wateren met een lange verblijftijd en een substantiële visstand. Overigens is het ook van belang onderscheid te maken in biomassa (met chlorofyl-a als maat) en productie. De biomassa is de resultante van productie en verlies, maar zegt feitelijk weinig over de productiviteit van het fytoplankton.

### **2.3.4 Overige stoffen**

#### **Chloride**

Binnen het beheergebied van HHNK kan het chloridegehalte van plaats tot plaats sterk variëren en mogelijk ook in de tijd. Om dat laatste te onderzoeken zijn voor de zeventien

afwateringsgebieden boxplots gemaakt op basis van alle beschikbare chloridegehalten uit de periode 2004-2013.

### **2.3.5 Statistische analyse en presentatie**

Alle presentaties in de vorm van figuren in dit rapport zijn gemaakt met het programma SigmaPlot versie 12.5. Hiermee is ook de  $R^2$  berekend van de plots van het reciproke doorzicht tegen de gehalten van chlorofyl-a of zwevende stof.

## **2.4 Uitvoering en verantwoording**

De gegevens zijn aangeleverd door de heer M. Meirink van HHNK en voorberekt door dr. H. van Dam. De analyses zijn uitgevoerd door drs. R. Bijkerk. Deze rapportage is samengesteld door H. van Dam en R. Bijkerk. De heren G. van Ee en N. Jaarsma gaven uitgebreid commentaar op een conceptuele versie van dit rapport, waarvan wij dankbaar gebruik hebben gemaakt bij de samenstelling van de definitieve versie.

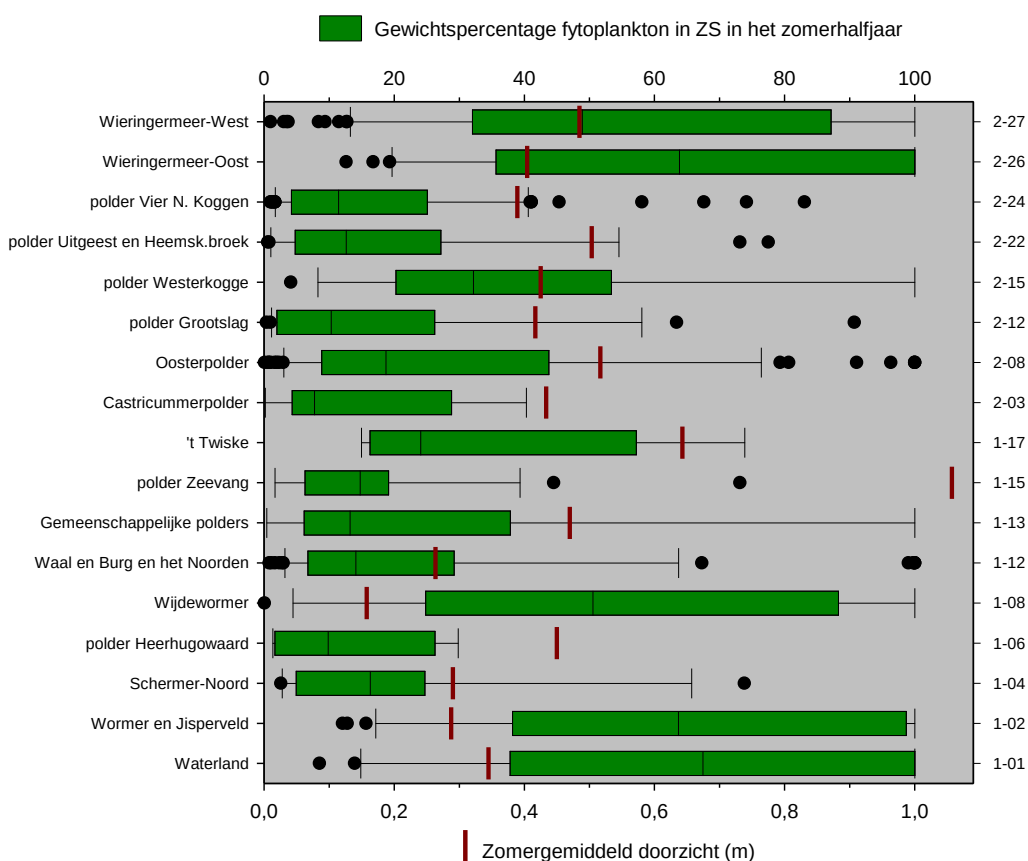


## 3 Resultaten

### 3.1 Lichtklimaat

#### Zomergemiddeld

In twaalf van de zeventien onderzochte afwateringsgebieden hebben algen slechts een beperkt aandeel in het gehalte zwevende stof in de zomer. In negen gevallen is het gewichtsaandeel meestal kleiner dan 30% (Figuur 2). Meer dan 70% van het zwevende stof bestaat hier uit overige deeltjes (zand, klei, detritus en een beetje zoöplankton). In drie gebieden ligt het gewichtsaandeel in het algemeen tussen 30 en 50%. In vijf afwateringsgebieden is het fytoplanktonaandeel wel aanzienlijk, dat wil zeggen 40 tot 100% in de meeste gevallen.



**Figuur 2** Box-and-whisker-plots van het procentuele aandeel van algen in het totale gehalte zwevende stof voor zeventien afwateringsgebieden. De plots zijn gebaseerd op gegevens uit het zomerhalfjaar van de periode 2004-2013. De groene box wordt begrensd door de 25- en 75 percentielen en is in tweeën gedeeld door de mediaan, de verticale streepjes aan het eind van de whiskers (de horizontale zwarte lijnen aan weerszijden van de box) markeren de 10 en 90 percentielen en de zwarte punten zijn waarnemingen buiten deze range (outliers). Het gemiddelde, zomergemiddelde doorzicht per meetpunt in elk gebied, is aangegeven met een verticale, donkerrode balk.

Het zomergemiddelde doorzicht ligt in vrijwel alle afwateringsgebieden tussen 0,3 en 0,5 meter. Dit is laag en betekent een hoge troebelheid. Een uitschieter naar onderen is de Wijdewormer, met minder dan 0,2 meter. Uitschieters naar boven zijn 't Twiske, met iets meer dan 0,6 meter en polder Zeevang, met ruim 1,0 meter. Het meetpunt voor Zeevang ligt in fort Edam en is bij lange na niet representatief voor deze polder. De polderwateren in Zeevang zelf zijn in het algemeen nauwelijks 0,4 meter diep en liggen vol met dun slib.

### Seizoensvariatie

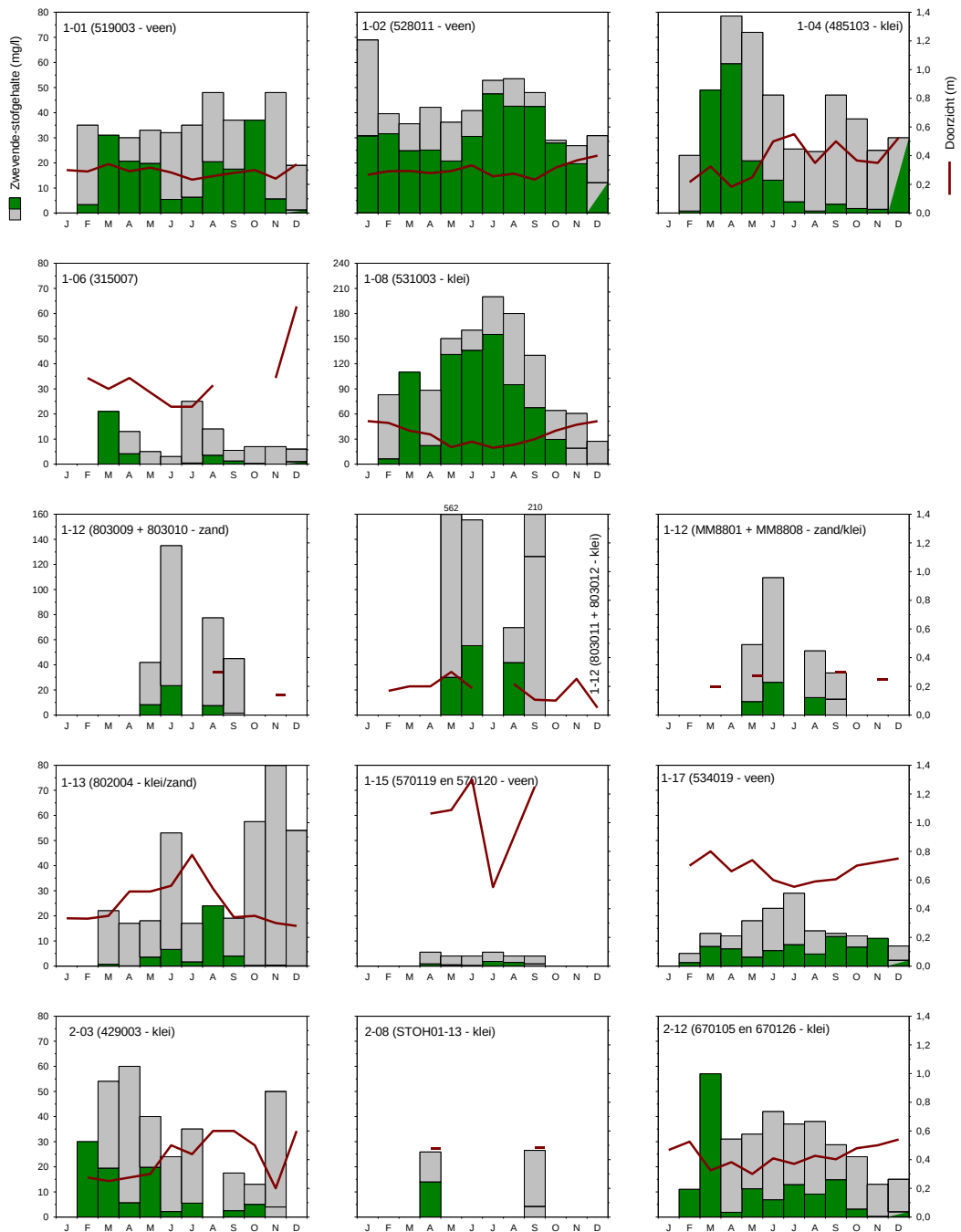
Figuur 3 toont dat het aandeel algen in het zwevende-stofgehalte in alle afwateringsgebieden een duidelijke seizoensvariatie vertoont. In de meeste gevallen is het aandeel in de wintermaanden minimaal. Een uitzondering vormt de polder Vier Noorder Koggen (gebied 2-24), waar juist in de wintermaanden het aandeel algen hoog is, met name op de meetpunten MM0201 en MM0202. In de Schermer Noord (1-04), Castricumerpolder (2-03), polder Grootslag (2-12) en de Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder (2-22), zien we na een hoog aandeel tijdens de voorjaarsbloei in maart-april, het aandeel dalen. Hier hoeft fytoplanktongroei de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten niet in de weg te staan. Dat lijkt hij wel te doen in het Wormer- en Jisperveld (1-02), de Wijdewormer (1-08), en de Wieringermeer-Oost (2-26) en –West (2-27), waar juist in het midden van de zomer de hoogste percentages fytoplankton in het zwevende stof optreden.

### Relatie troebelheid – zwevende stof

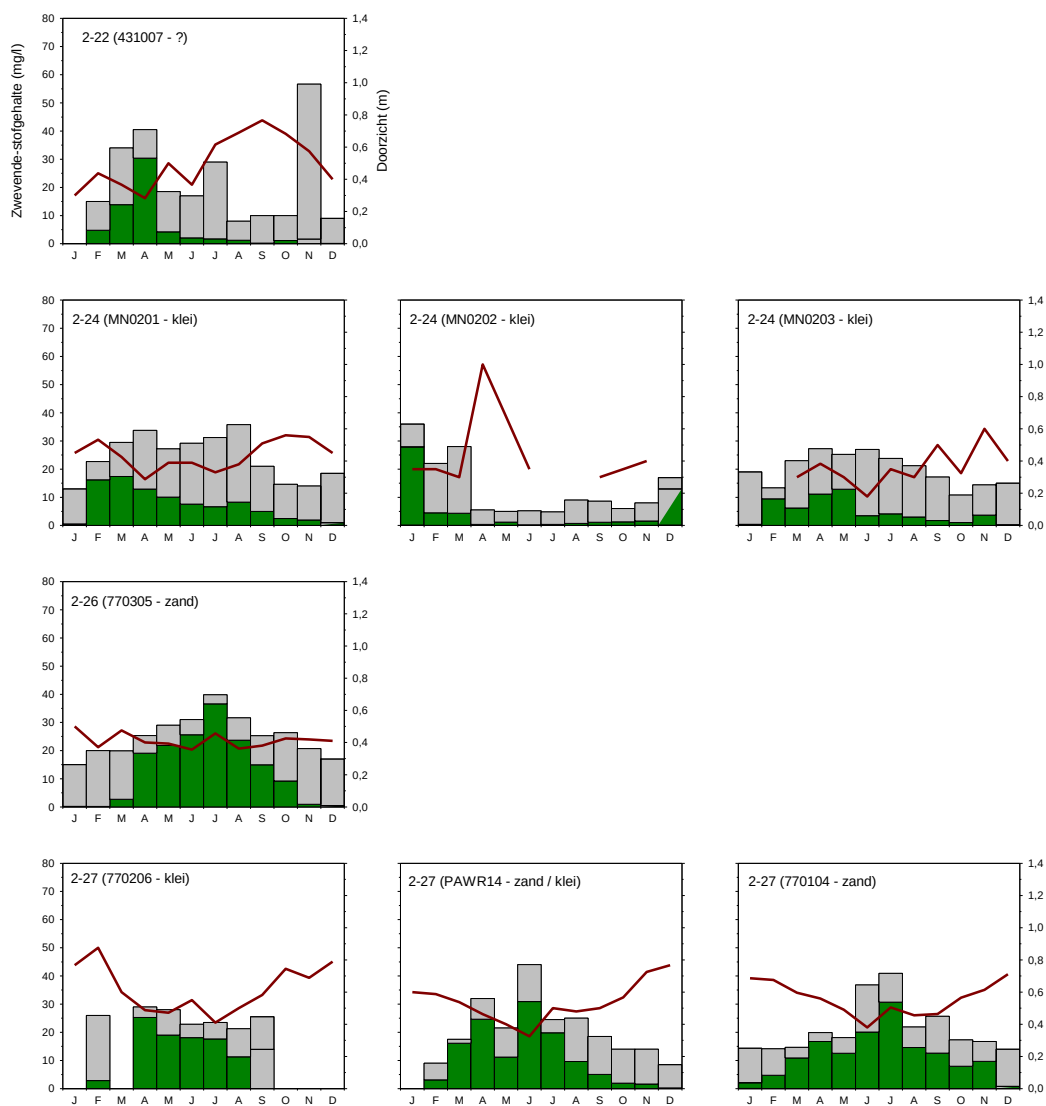
Figuur 4 laat zien dat er in het algemeen een positieve relatie is tussen de gemeten troebelheid (het reciproke doorzicht) en de totale hoeveelheid zwevende stof (inclusief algen) en chlorofyl-a. Een positief verband is wat men zou verwachten, tenzij het doorzicht in sterk overheersende mate bepaald wordt door kleurstoffen. Waar sprake is van een negatief verband met zwevende stof en chlorofyl-a, gaat dit gepaard met een gering aantal waarnemingen. Opmerkelijk en niet meteen verklaarbaar, is de afwezigheid van enig verband tussen het reciproke doorzicht en het gehalte zwevende stof in de periode 2004-2009, op het meetpunt 770104 in het gebied 2-27 (Wieringermeer-West).

Uit de figuren kan men ook afleiden dat de variatie in de troebelheid groot is en vaak maar voor een beperkt deel (circa 10 tot 50%) verklaard kan worden uit de variatie in de gehalten van chlorofyl-a of zwevende stof. In twee gebieden is het verband sterker. In Wieringermeer-West (2-27) kan 71% van de variatie in de troebelheid verklaard worden door zwevende stof. En in Oosterpolder (2-08) is dit 84% (Tabel 7).

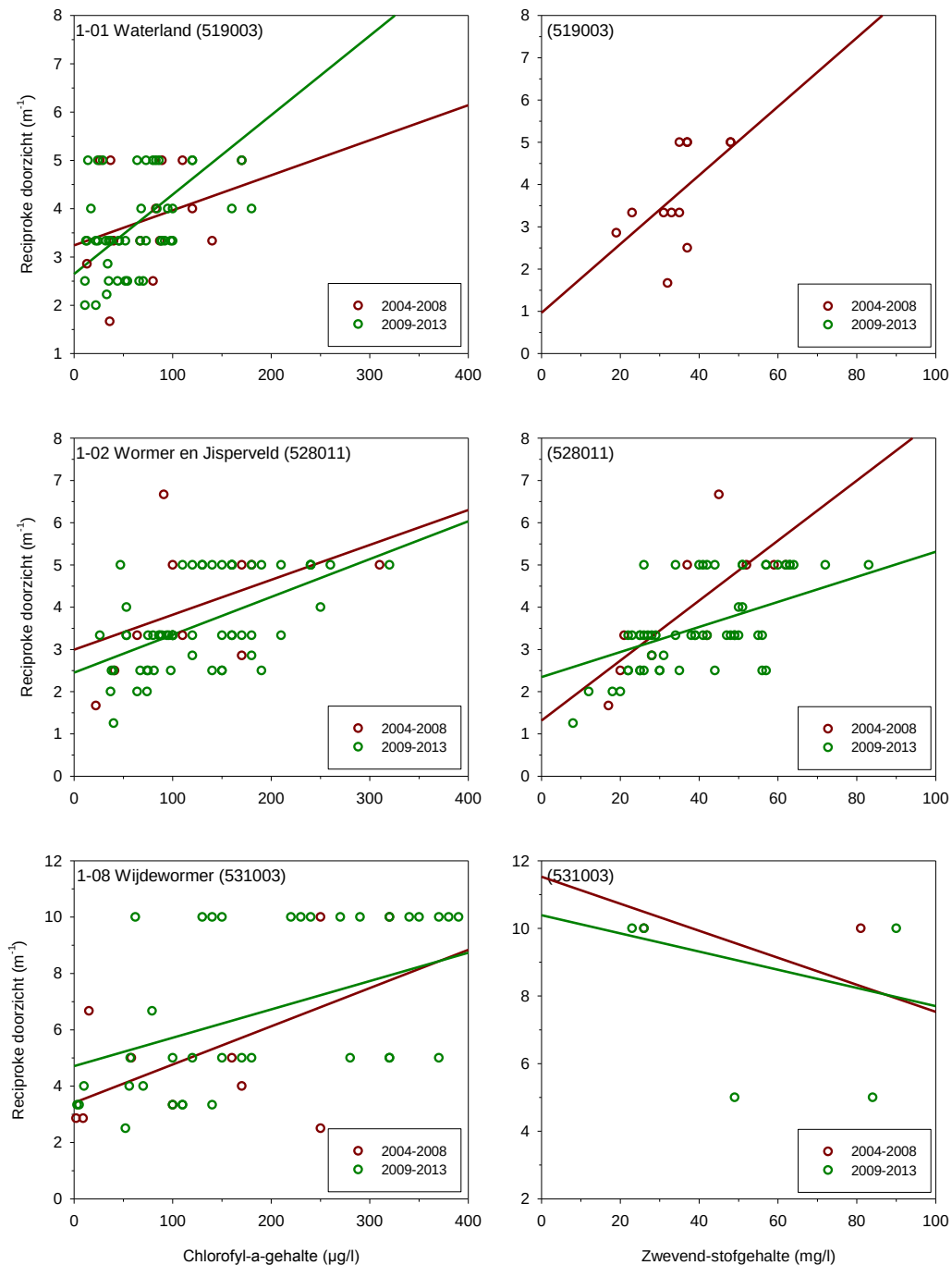
Ten slotte kan men zien dat het doorzicht in afwezigheid van zwevende stof omstreeks één en hooguit (2-27) twee meter is, in een enkel geval minder. Dit suggereert dat een deel van de troebelheid ook wordt veroorzaakt door kleurstof, met name humuszuren. Het doorzicht in afwezigheid van chlorofyl-a is in het algemeen veel lager dan één meter, namelijk 0,3 tot 0,7 meter. Ook dit illustreert de overheersende invloed van niet-algale zwevende stof en wellicht humuszuren, als veroorzaker van troebelheid in veel van deze gebieden.



**Figuur 3** Staafdiagrammen van het maandgemiddelde zwevende-stofgehalte in de periode 2004-2013 in de verschillende afwateringsgebieden op de aangegeven meetpunten. Het zwevende-stofgehalte is opgesplitst in algendeeltjes (groen) en overige deeltjes (grijs).

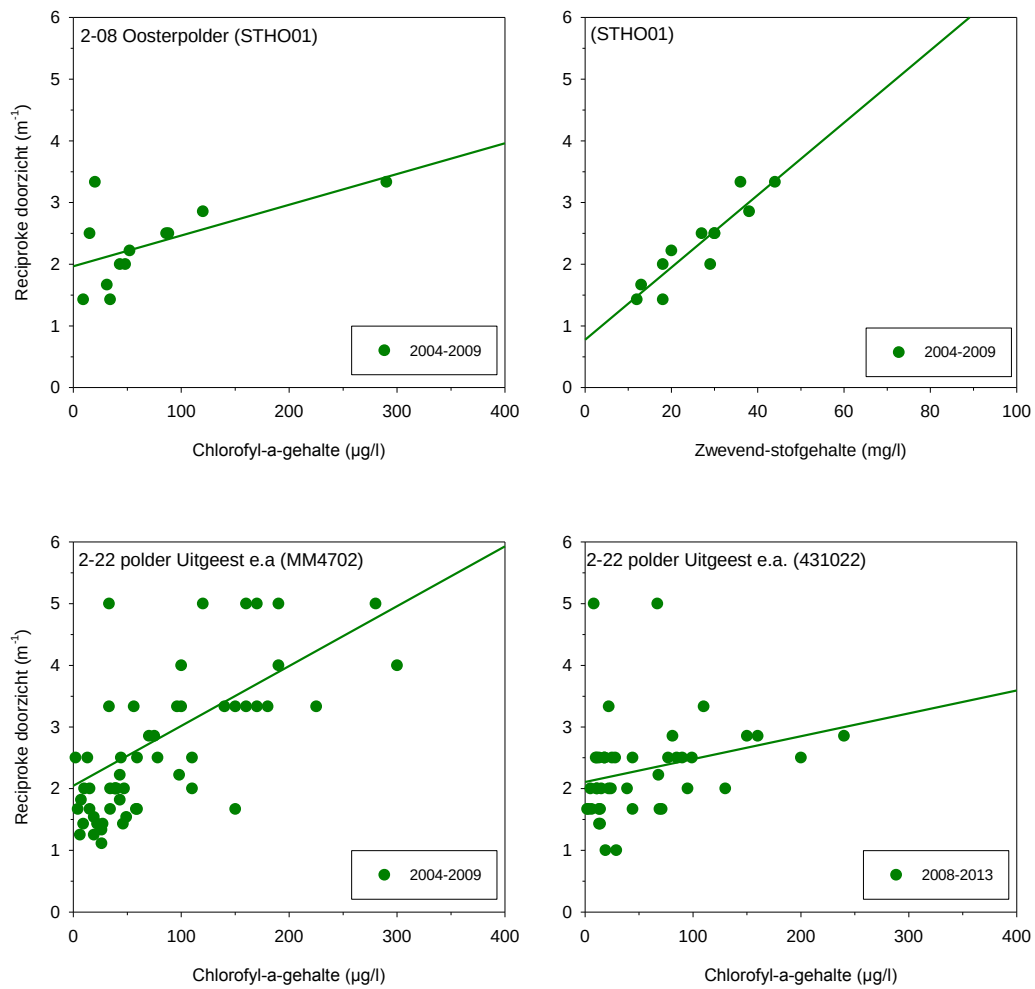


**Figuur 3** (vervolg).

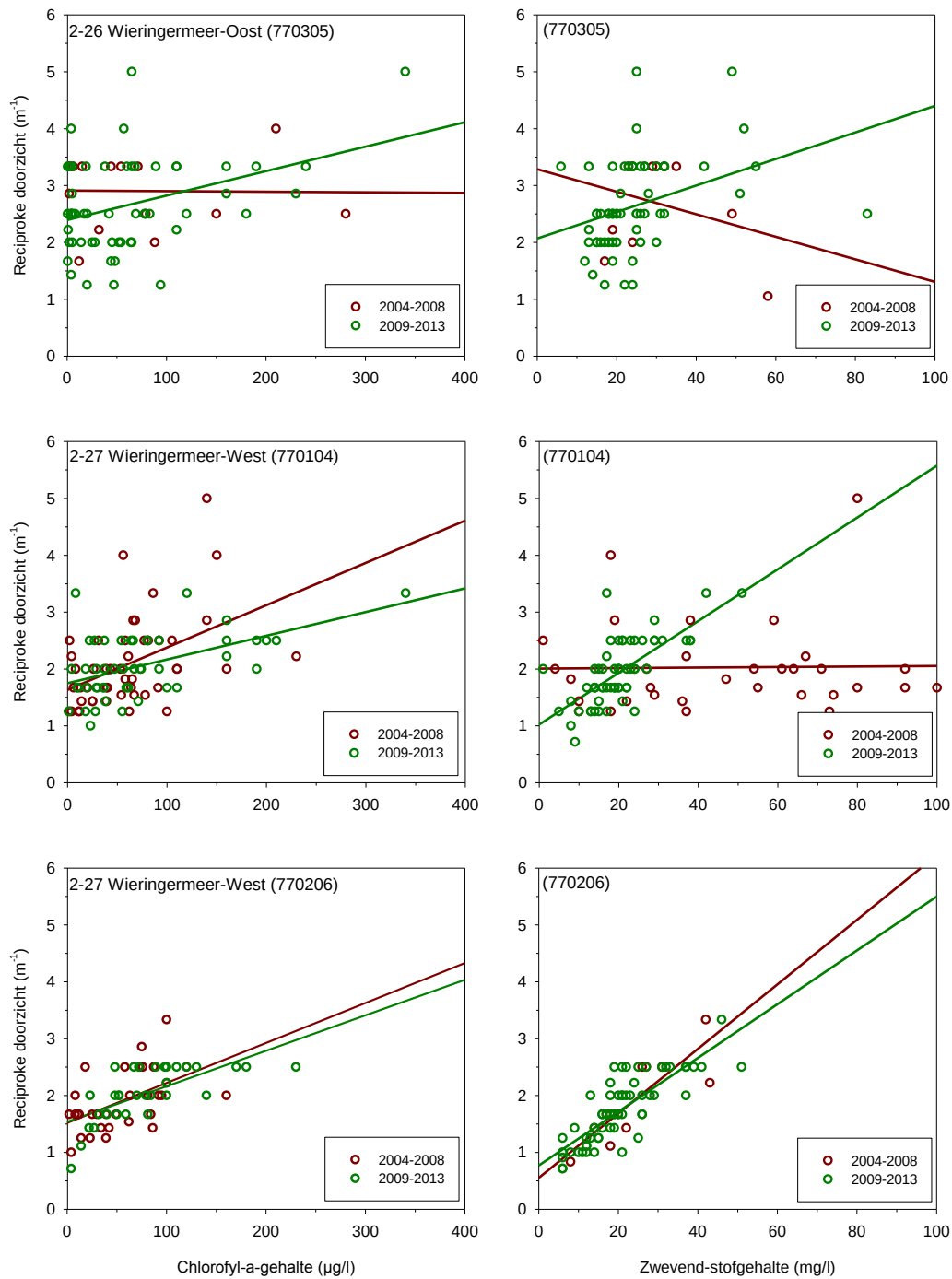


**Figuur 4** Plots van het reciproke doorzicht tegen de gehalten van chlorofyl-a (links) en zwevende stof, voor twee tijdvakken in de periode 2004-2013. Er zijn twee tijdvakken onderscheiden omdat niet voor alle gebieden gegevens beschikbaar waren uit deze beide tijdvakken.





**Figuur 4** (vervolg; NB de figuur rechtsonder toont een plot van het reciproke doorzicht tegen het chlorofyl-a-gehalte).



Figuur 4 (vervolg).

### 3.2 Nutriëntenbeschikbaarheid

#### Opbrengst aan algen

Figuur 5 toont plots van het chlorofyl-a-gehalte tegen de gehalten van  $N_{\text{totaal}}$ , respectievelijk  $P_{\text{totaal}}$ , voor de zeventien onderzochte afwateringsgebieden. In elke plot is de 95-percentiellijn van de  $Chla:N'_{\text{totaal}}$ , respectievelijk  $P_{\text{totaal}}$  ingetekend, waarbij  $N'_{\text{totaal}}$  het gehalte totaal-stikstof minus de inerte stikstof fractie is, die voor elk gebied apart geschat is (zie paragraaf 2.3.3).

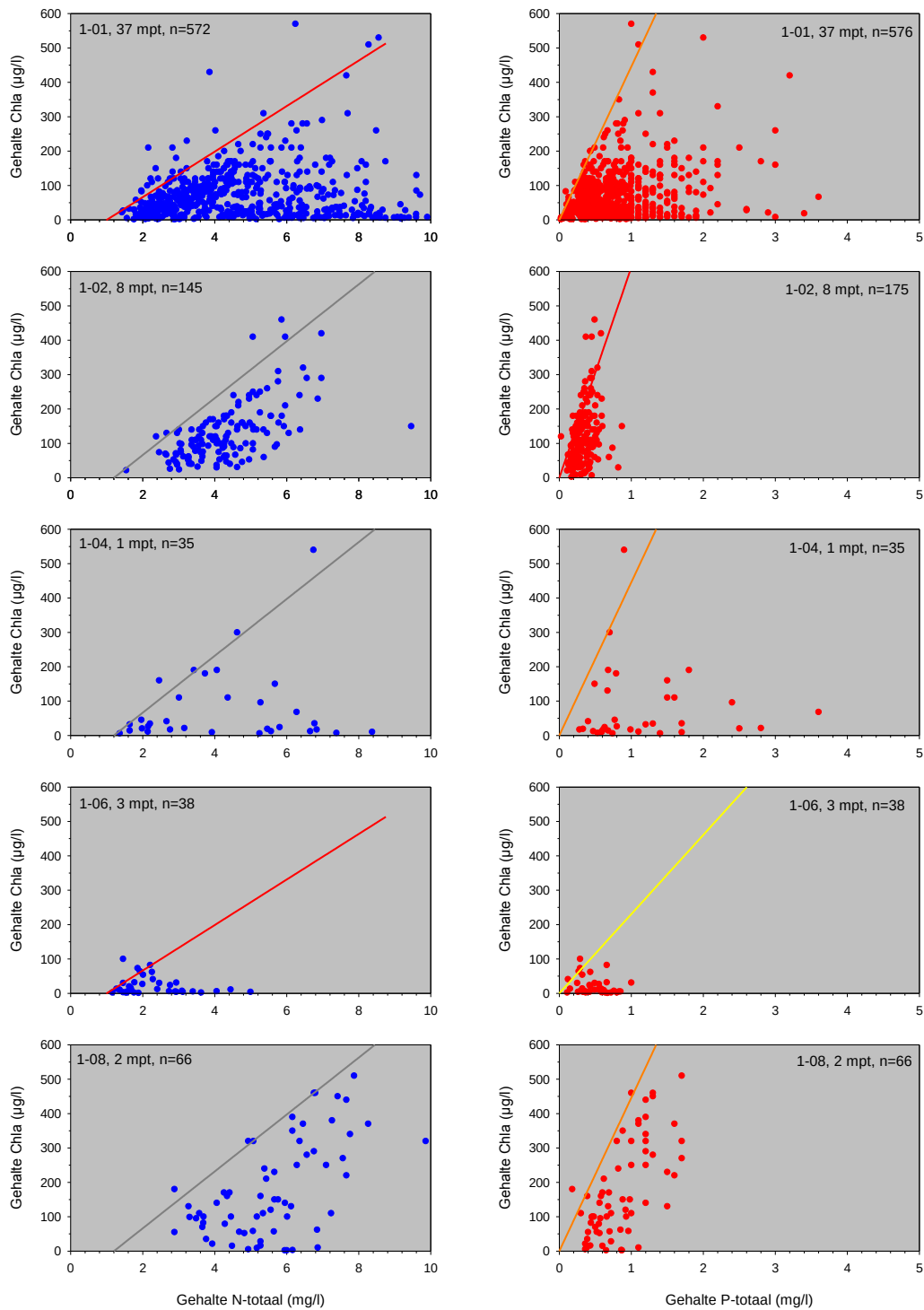
Voor de relatie tussen chlorofyl-a en stikstof zijn vijf verschillende percentiellijnen geschat, die verschillen in het snijpunt met de x-as, maar nauwelijks in hellingshoek. Uit het snijpunt met de x-as kunnen we de grootte van de inerte stikstof fractie schatten. Deze loopt hier uiteen van 0,4 mg N/l, bijvoorbeeld in gebied 2-27, tot liefst 1,6 mg N/l, in gebied 1-15. De verschillende percentiellijnen zijn bij elkaar gebracht in het één na laatste paneel van Figuur 5.

Voor de relatie tussen chlorofyl-a en fosfaat zijn vier verschillende percentiellijnen afgeleid, die alleen verschillen in hellingshoek. Voor fosfaat is geen inerte fractie te onderscheiden. Hoe groter de hellingshoek, hoe groter de chlorofyl-a: $P_{\text{totaal}}$  ratio, dus de opbrengst aan fytoplankton per eenheid fosfaat. 'Normaal', dat wil zeggen, het meest gebruikelijk in meren, is een  $Chla:P$ -ratio van 700 à 800 (Portielje & van der Molen 1998). Een ratio van 1300 is typisch voor meren die gedomineerd worden door *Planktothrix agardhii*, een troebelheidstolerante blauwalg.

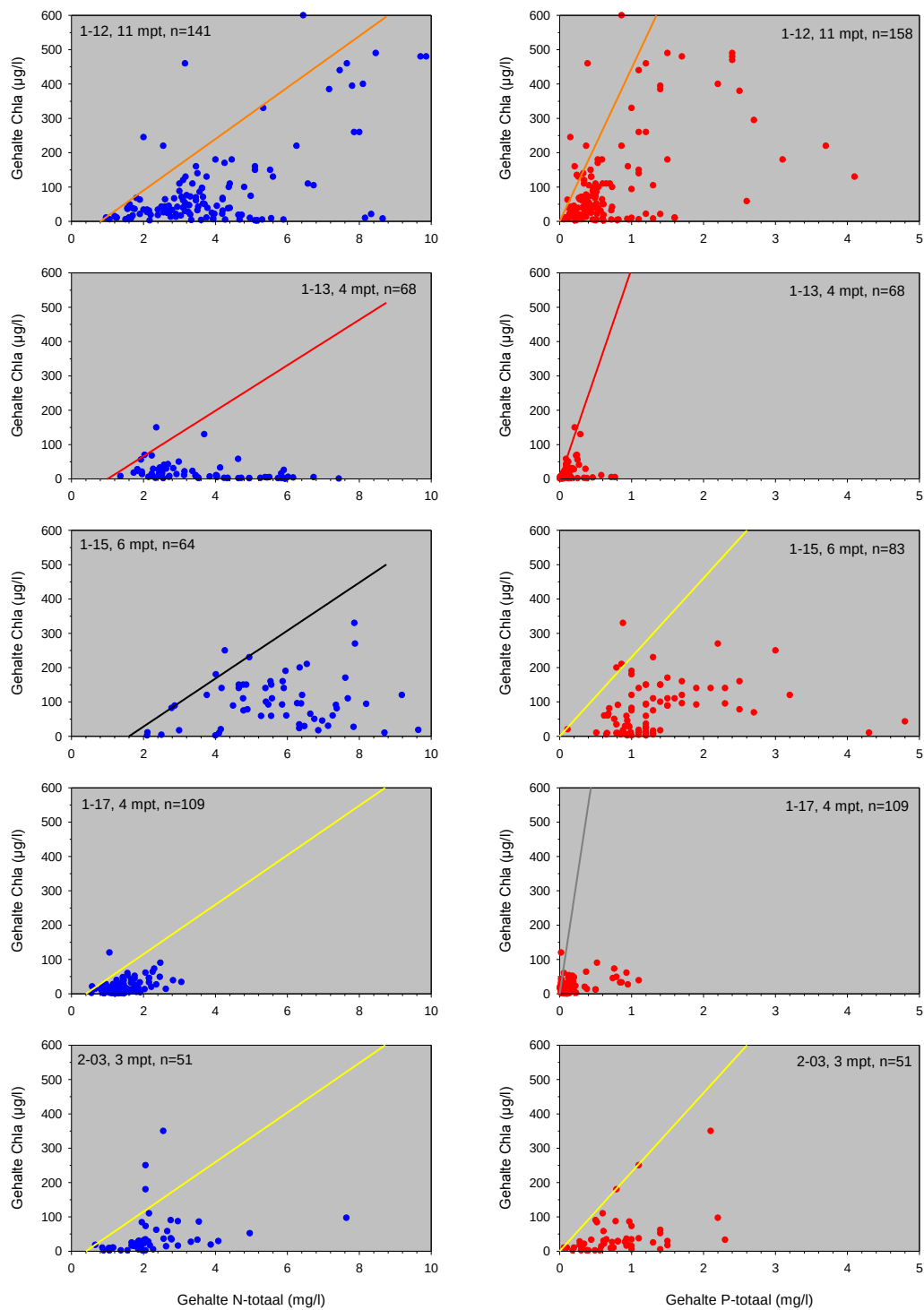
Veel afwateringsgebieden hebben een  $Chla:P$ -ratio van 230, 445 of 612, wat lager is dan normaal. Dit impliceert dat de algengroei hier niet beperkt wordt door fosfaat, maar door andere voedingsstoffen, door lichtgebrek, door bregazing, of door een te geringe verblijftijd. Uit het feit dat de hellingshoeken van de 95-percentielen van de  $Chla:N'$ -ratio met 70 à 80  $\mu\text{g}/\text{mg}$  relatief hoog zijn en tussen de gebieden vrijwel niet verschillen, kunnen we afleiden dat stikstofbeperking in de meeste gebieden een reëel verschijnsel is. Immers, een relatief hoge  $Chla:N'$ -ratio en lage  $Chla:P$ -ratio wijst er op dat de beschikbare stikstof voor een relatief groot deel wordt omgezet in algenbiomassa en de beschikbare fosfaat voor een relatief klein deel.

#### Stikstofbeperking

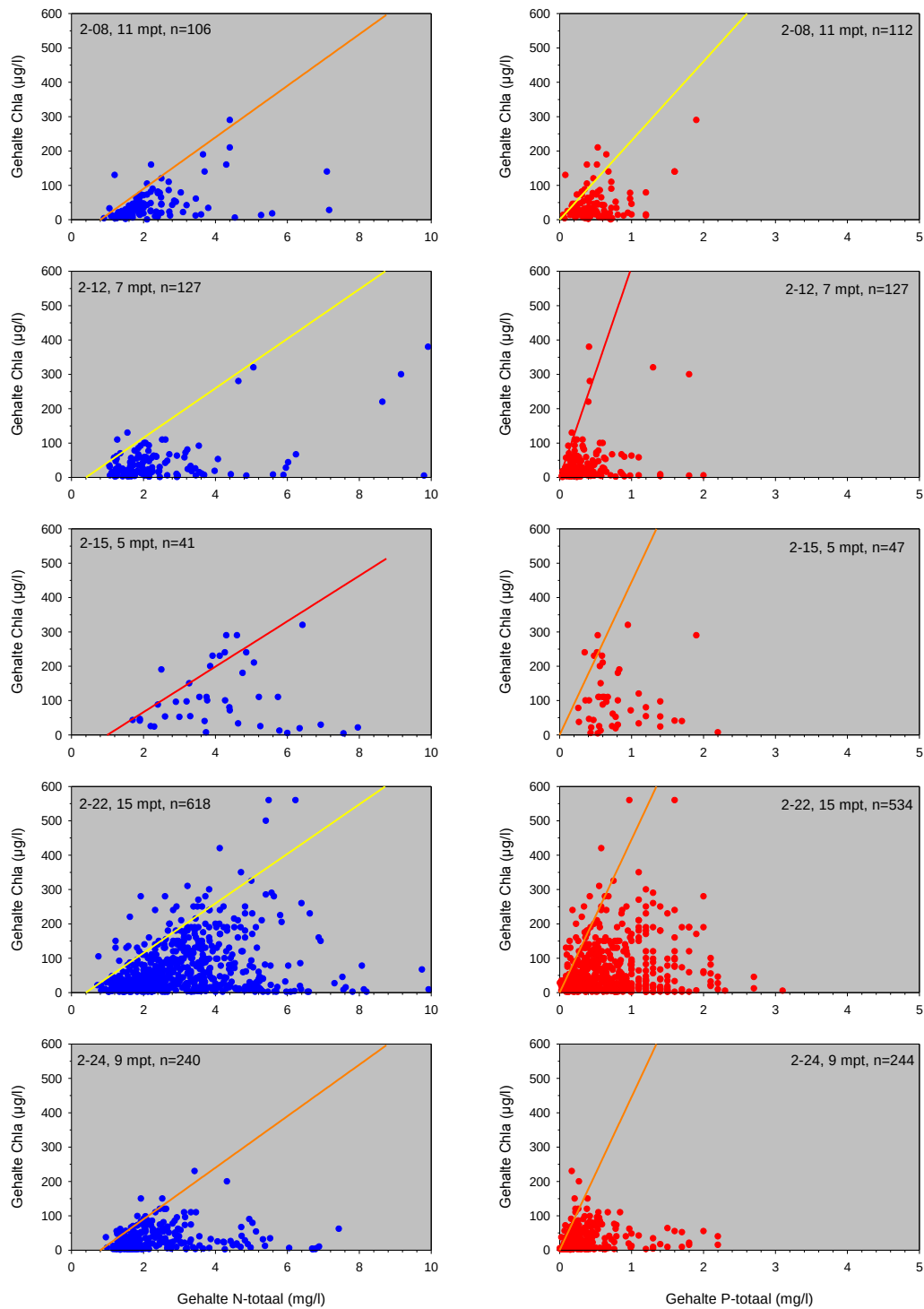
Boxplots van de  $N':P$ -ratio's in de periode 2004-2013, tonen dat in dertien van de zeventien afwateringsgebieden de groei van fytoplankton potentieel beperkt wordt door stikstof (Figuur 6). De  $N':P$ -verhouding ligt hier in de meeste gevallen beneden de Redfield-verhouding van 7 mg/mg, de optimale verhouding voor opname door algen. De stikstofbeperking is in de meeste gebieden vooral een gevolg van de extreem hoge gehalten  $P_{\text{totaal}}$  en is dus eigenlijk secundair. De vraag is daarom, of stikstof ook reëel beperkend is. Deze vraag kan hier niet beantwoord worden. Opmerkelijk is wel dat slechts 1,6% van de waargenomen gehalten van ortho-P lager is dan de detectielimiet (Tabel 3). In wateren met een overheersende P-limitatie is dat percentage doorgaans veel hoger.

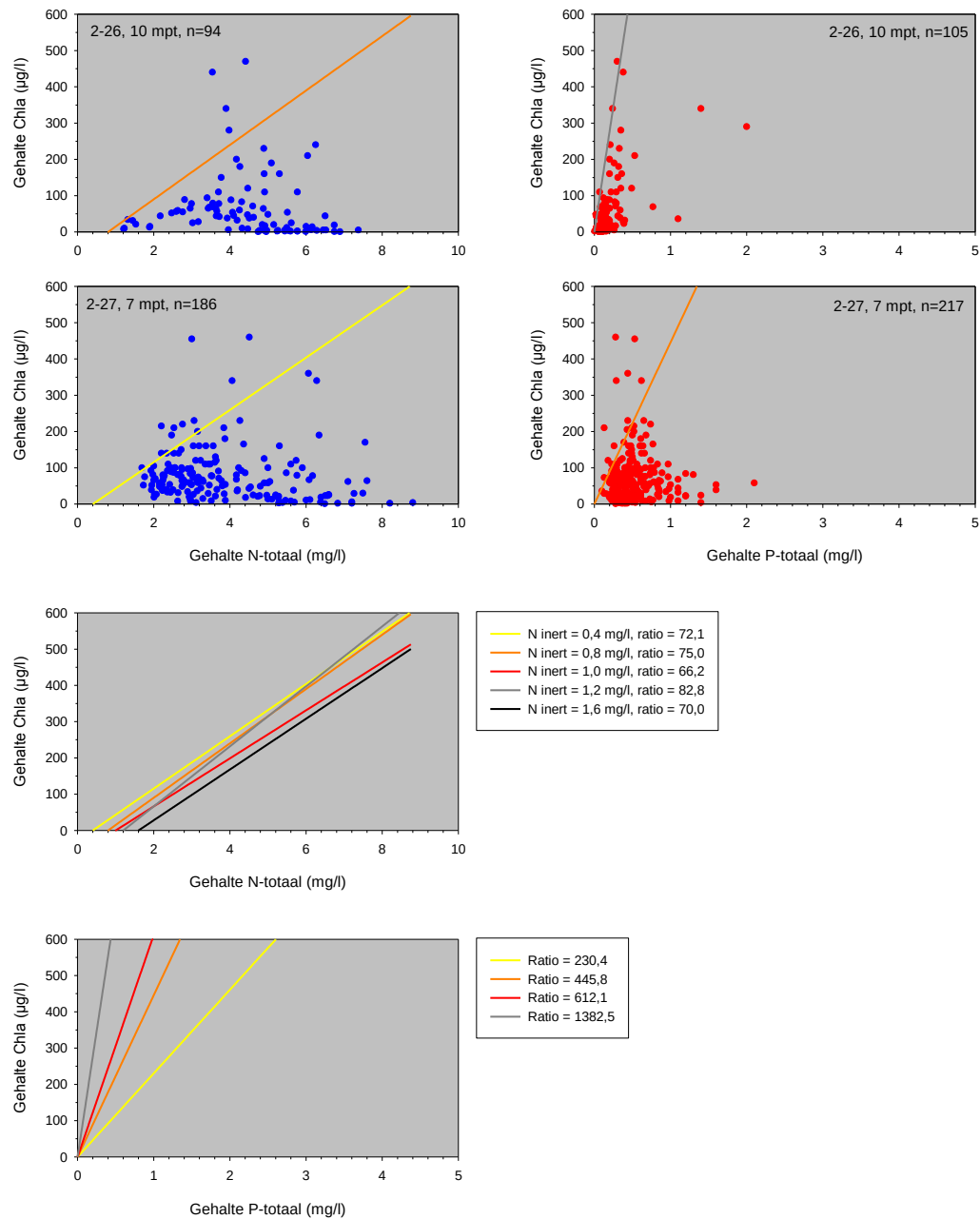


**Figuur 5** Plots van het gehalte chlorofyl-a tegen de gehalten  $N_{\text{totaal}}$  (links) en  $P_{\text{totaal}}$ . De verschillend gekleurde rechte lijnen zijn verschillende 95-percentielijnen, verschillend in hellingshoek en, voor  $N_{\text{totaal}}$ , het snijpunt met de x-as.

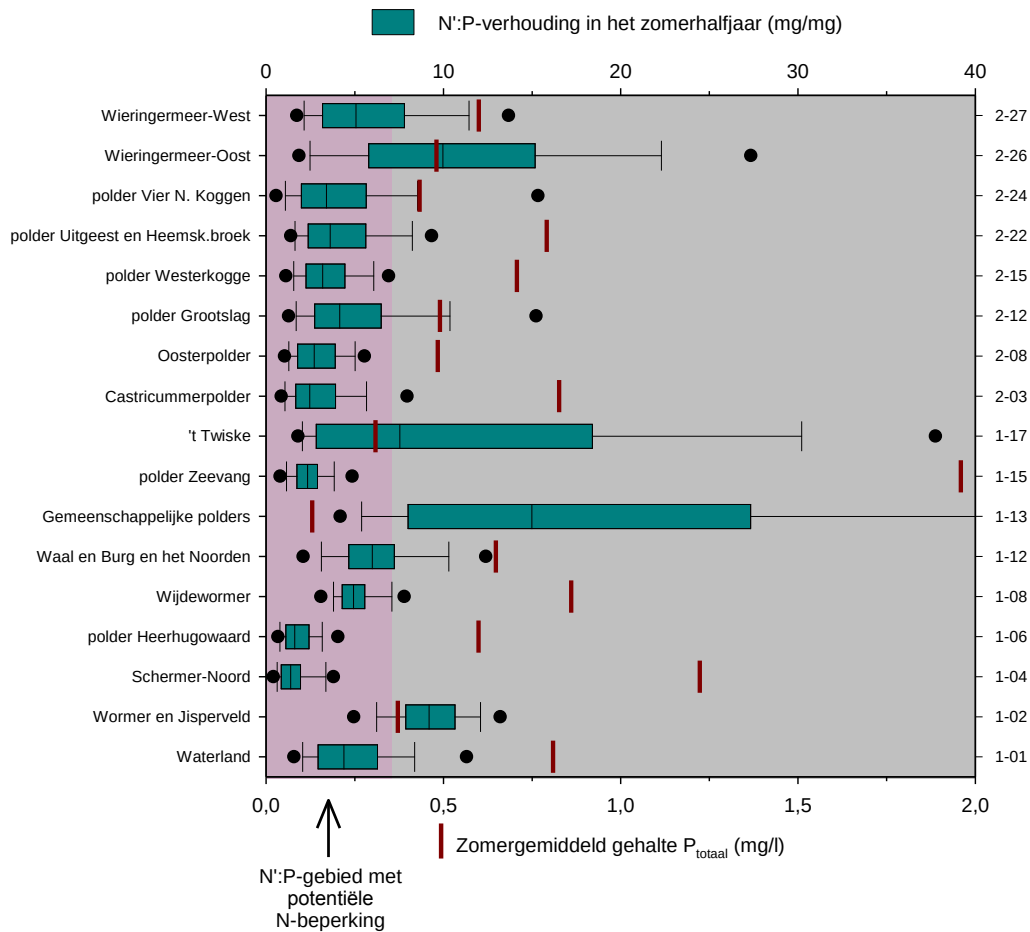


**Figuur 5** (vervolg).

**Figuur 5** (vervolg).



**Figuur 5** (vervolg).



**Figuur 6** Box-and-whisker-plots van de N:P-ratio, periode 2004-2013, van de zeventien geanalyseerde afwateringsgebieden. Bij waarden beneden 7 mg/mg is stikstofbeperking reëel. De stikstofbeperking is in de meeste gevallen het gevolg van de zeer hoge gehalten van totaal-P, weergegeven door de verticale donkerrode lijntjes. Zie Figuur 2 voor een toelichting op de box en de whiskers; anders dan in Figuur 2 en Figuur 7 geven de zwarte stippen hier de 5- en 95-percentielen aan.



### 3.3 Chloride

Figuur 7 toont dat negen van de zeventien onderzochte afwateringsgebieden gerekend kunnen worden tot de zoete watertypen op grond van 90% van de waarnemingen van het chloridegehaltes en twee tot de zwak brakke. Zes gebieden liggen wat dit betreft op de grens tussen twee typen. Waterland (1-01), de Schermer-Noord (1-04) en de Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder (2-22) liggen op de grens tussen zoet en zwak brak, Waal en Burg en het Noorden (1-12), Gemeenschappelijke polders (1-13) en Wieringermeer-Oost (2-26) bevinden zich op de grens tussen zwak brak en matig brak. Omdat Figuur 7 gebaseerd is op de waarnemingen van alle meetpunten binnen een gebied, kan deze variatie in het chloridegehalte in veel gevallen een ruimtelijke variatie zijn en niet persé een temporele. Maar ook in dat eerste geval is de toekenning aan één watertype voor deze afwateringsgebieden discutabel. Verder blijkt dat de variatie in het chloridegehalte binnen sommige afwateringsgebieden dusdanig groot is, dat een ecologisch effect op gevoelige macrofauna voorstelbaar is. Dit geldt voor een aantal van de bovengenoemde gebieden Waterland (1-01), Waal en Burg en het Noorden (1-12), Gemeenschappelijke polders 1-13, Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder (2-22), Wieringermeer-Oost (2-26) en voor polder Grootslag (2-12) en de Wieringermeer-West (2-27). In de wat dit betreft meest extreme gebieden 1-12 en 1-13, lopen de gemeten chloridegehalten uiteen van < 100 mg/l (zoet) tot > 10.000 mg/l (sterk brak tot zout).



**Figuur 7** Box-and-whisker-plots van het chloridegehalte binnen de zeventien onderzochte afwateringsgebieden, periode 2004-2013; de verschillend gekleurde vlakken in de figuur representeren van links naar rechts de zoetwatertypen, de zwak brakke typen, de matig brakke typen en de sterk brakke tot zoute watertypen. Zie Figuur 2 voor een toelichting op de box en de whiskers.

### 3.4 Samenvatting

In Tabel 7 zijn de analyseresultaten samengevat. Afhankelijk van het aandeel algen in het zwevende-stofgehalte, kunnen de zeventien gebieden in drie groepen onderscheiden worden: (1) aandeel veel meer dan de helft, (2) aandeel veel minder dan de helft en (3) aandeel omstreeks de helft.

Gebieden met een algenaandeel kleiner dan 50% . Hoge en lage algenaandelen komen zowel in zoete, als in zwak tot matig brakke afwateringsgebieden voor.

Ook waar het aandeel algen groter is dan 50% kan de variatie in het doorzicht slechts voor een klein deel door het chlorofyl-a-gehalte verklaard worden: 14-57%. Het gehalte zwevende-stof kan in sommige gevallen een beter verklarende variabele zijn, met percentages tussen 13 en 84%.

Het doorzicht in afwezigheid van algen is voor zes gebieden bepaald en varieert hier tussen slechts 0,38 en 0,65 meter. Het doorzicht in afwezigheid van zwevende stof is nauwelijks (gebied 2-26) tot twee à drie keer hoger (overige vier gebieden) en varieert tussen 0,48 en 1,81 meter.

Afwateringsgebieden met een hoge N':P-verhouding tonen een relatief hoge maximale opbrengst aan chlorofyl-a per eenheid fosfaat. Afwateringsgebieden met een lage N':P-verhouding zijn gekenmerkt door een relatief lage Chla:P-verhouding. Met andere woorden, N is veelal de limiterende voedingsstof en P is in overmaat aanwezig. Pas bij de hogere N':P-verhoudingen kan de concentratie van P belangrijk zijn voor de groei van fytoplankton.

**Tabel 7** Samenvatting van de analyses; rode waarden zijn relatief hoog, blauwe zijn relatief laag.

| FP aandeel ZS | Gebieden                   | Chla:P | Chla:N <sub>inert</sub> | N <sub>inert</sub> (mg/l) | N:P       | Chloride        | R <sup>2</sup> ZD-Chla | S <sub>0</sub> Chla (m) | R <sup>2</sup> ZD-ZS | S <sub>0</sub> ZS |
|---------------|----------------------------|--------|-------------------------|---------------------------|-----------|-----------------|------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|
| > 50%         | 1-01 Waterland             | 358,8  | 66,2                    | 1,00                      | vrij laag | zoet-zwak brak  | 0,35                   | 0,38                    | 0,34                 | 1,03              |
|               | 1-02 Wormer en Jisperveld  | 745,0  | 82,8                    | 1,20                      | vrij hoog | zoet            | 0,31                   | 0,41                    | 0,58                 | 0,76              |
|               | 1-08 Wijdewormer           | 404,0  | 82,8                    | 1,20                      | vrij laag | zwak brak       |                        |                         |                      |                   |
|               | 2-26 Wieringermeer-Oost    | 1364,9 | 75,0                    | 0,80                      | hoog      | zwak-matig brak | 0,14                   | 0,42                    | 0,13                 | 0,48              |
|               | 2-27 Wieringermeer-West    | 477,0  | 72,1                    | 0,40                      | vrij laag | zwak brak       | 0,57                   | 0,65                    | 0,71                 | 1,81              |
| < 50%         | 1-04 Schermer-Noord        | 480,0  | 82,8                    | 1,20                      | laag      | zoet-zwak brak  |                        |                         |                      |                   |
|               | 1-06 polder Heerhugowaard  | 265,2  | 66,2                    | 1,00                      | laag      | zoet            |                        |                         |                      |                   |
|               | 1-12 Waal en Burg e.a.     | 435,6  | 75,0                    | 0,80                      | vrij laag | zwak-matig brak |                        |                         |                      |                   |
|               | 1-13 Gemeenschappelijke p. | 557,2  | 66,2                    | 1,00                      | hoog      | zwak-matig brak |                        |                         |                      |                   |
|               | 1-15 polder Zeevang        | 189,2  | 70,0                    | 1,60                      | laag      | zoet            |                        |                         |                      |                   |
|               | 2-03 Castricumerpolder     | 181,7  | 72,1                    | 0,40                      | laag      | zoet            |                        |                         |                      |                   |
|               | 2-12 polder Grootslag      | 534,1  | 72,1                    | 0,40                      | vrij laag | zoet            |                        |                         |                      |                   |
|               | 2-22 polder Uitgeest e.a.  | 473,7  | 72,1                    | 0,40                      | vrij laag | zoet-zwak brak  | 0,19                   | 0,49                    |                      |                   |
|               | 2-24 polder Vier N. Koggen | 463,3  | 75,0                    | 0,80                      | vrij laag | zoet            |                        |                         |                      |                   |
| circa 50%     | 1-17 't Twiske             | 1400,0 | 72,1                    | 0,40                      | hoog      | zoet            |                        |                         |                      |                   |
|               | 2-08 Oosterpolder          | 285,5  | 75,0                    | 0,80                      | laag      | zoet            | 0,35                   | 0,51                    | 0,84                 | 1,30              |
|               | 2-15 polder Westerkogge    | 473,9  | 66,2                    | 1,00                      | laag      | zoet            |                        |                         |                      |                   |



## 4 Discussie

### 4.1 Representativiteit van de meetpunten

Van veel afwateringsgebieden zijn gegevens van slechts één of enkele meetpunten beschikbaar. Dat roept de vraag op in hoeverre de analyses representatief zijn voor het gehele gebied. Voor Polder Zeevang bijvoorbeeld wordt in Figuur 2 een zomergemiddeld doorzicht opgegeven van ruim een meter. Terwijl veel sloten in deze polder niet of nauwelijks dieper zijn dan een halve meter. Dit komt omdat de enige meetpunten waarvoor zowel gegevens van chlorofyl-a als zwevende stof van dit gebied beschikbaar zijn, liggen in de fortgracht Edam. Dit gegevens van dit meetpunt moeten dus niet worden meegenomen voor een beoordeling van de polder Zeevang zelf.

Aanvullende monitoring en analyse brengt het bestaan van verschillende condities binnen afwateringsgebieden aan het licht. Bijvoorbeeld, wat betreft het lichtklimaat, of de variatie in het chloridegehalte. Hieruit wordt duidelijk dat de condities in sommige delen van een gebied gunstiger zijn voor een goede ecologische ontwikkeling, dan in andere delen van hetzelfde gebied. Deze kennis geeft inzicht hoe binnen een gebied verschillende doelen kunnen worden geformuleerd. .

### 4.2 Lichtklimaat

Het aandeel fytoplankton in het zwevende stof, zowel de zomergemiddelden als de maandgemiddelden, geven een indicatie waar reductie van de nutriëntenbelasting zinvol is en waar niet. Waar dit aandeel in de periode mei-juli laag is, zou men in eerste instantie moeten kijken of er soms sprake is van de ontwikkeling van gesloten kroosdekken. Zo nee, zou men eerder moeten bezien of het gehalte zwevende stof in deze maanden gereduceerd kan worden voor een verbetering van het lichtklimaat. Overigens bestaat hierdoor het risico dat de vergrote helderheid leidt tot een verhoogde productiviteit van het fytoplankton.

### 4.3 Nutriëntenbeschikbaarheid

Door de overmaat aan fosfaat lijkt de groei van fytoplankton in de meeste onderzochte afwateringsgebieden te worden beperkt door stikstof. Reductie van de fosfaatbelasting zal in deze situaties weinig effect hebben op de algenbiomassa. In plaats daarvan zou men de mogelijkheid tot reductie van de stikstofbelasting moeten overwegen.



## 5 Conclusies en aanbevelingen

### 5.1 Conclusies

#### Algemeen

Uit de monitoringsgegevens van zwevende stof en chlorofyl-a is het gewichtsaandeel van algen in het gehalte zwevende stof berekend. Op grond van de beschikbare gegevens konden we dit doen voor 17 van de 42 afwateringsgebieden. Vervolgens zijn voor deze 17 gebieden ook de nutriëntenbeschikbaarheid en de variatie in chloridegehalten onderzocht.

#### Lichtklimaat

- 1 In de meeste van de 17 onderzochte gebieden lijkt de troebelheid niet te worden veroorzaakt door algen, maar door opgewervelde bodemdeeltjes en misschien wat kleurstof (humuszuren).
- 2 In de zeven gebieden waar dit kon worden onderzocht, wordt de variatie in het doorzicht maar voor een klein deel verklaard door de variatie in het chlorofyl-a-gehalte. Het zwevende stofgehalte toont een sterker verband met het doorzicht.
- 3 In de zeven gebieden waar dit kon worden onderzocht is het doorzicht in afwezigheid van fytoplankton lager dan het doorzicht in afwezigheid van zwevende stof.

#### Nutriëntenbeschikbaarheid

- 4 De inerte fractie in het gehalte totaal-stikstof varieert tussen 0,4 mg N/l en 1,6 mg N/l.
- 5 De opbrengst aan chlorofyl-a per eenheid fosfaat verschilt sterk tussen de gebieden.
- 6 In dertien van de zeventien onderzochte afwateringsgebieden wordt de algengroei potentieel beperkt door stikstof.
- 7 Deze potentiële stikstofbeperking is in de meeste gebieden vooral een gevolg van de extreem hoge gehalten  $P_{\text{totaal}}$  en is dus eigenlijk secundair. Dit betekent dat de beschikbaarheid van N in deze gebieden niet zodanig laag is, dat de productiviteit van fytoplankton significant verminderd, maar dat de beschikbaarheid van N wel de productiviteit bepaalt.

#### Chloride

- 8 In zes van de zeventien onderzochte afwateringsgebieden is het chloridegehalte zodanig dat het gebied qua typologie op de grens ligt tussen twee typen, tussen zoet en zwak brak, of tussen zwak brak en matig brak.

### 5.2 Aanbevelingen

In een volgende analyse kunnen de volgende onderzoeksvragen beantwoord worden:

- 1) Is de variatie in het chloridegehalte binnen afwateringsgebieden een temporele variatie per meetpunt, of een ruimtelijke variatie tussen meetpunten. In beide gevallen moet overwogen worden welke consequenties dit kan hebben voor de typologie, hetzij van het gehele afwateringsgebied, hetzij van delen van het afwateringsgebied;

- 2) Is het lage aandeel van fytoplankton in het totale gehalte van zwevende stof het gevolg van de ontwikkeling van kroosdekken, of van de opwerveling van bodemslib?
- 3) Kunnen we een indicatie geven van de stuurfactoren achter het lichtklimaat voor afwateringsgebieden met weinig tot geen gegevens over chlorofyl-a en zwevende stof?
- 4) Welke reductie in de gehalten van zwevende stof, stikstof of fosfaat zou gerealiseerd moeten worden om te komen tot een gewenst doorzicht voor ontwikkeling van ondergedoken vegetatie?
- 5) In hoeverre moet het inzicht inzake de kritische belasting van fosfaat bijgesteld worden op grond van de potentiële beperking door stikstof?

## 6 Literatuur

- Bijkerk R & Koeman RPT (2013) *Bepaling van het biovolume van microalgen met behulp van COUNT*. KenB rapport 2013-010. Koeman en Bijkerk bv, Haren.
- Hazeu GW, Schuiling C, Dorland GJ, Oldengarm J & en Gijsbertse HA (2010) Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland versie 6 (LGN6) - Vervaardiging, nauwkeurigheid en gebruik. Alterra-rapport 2012, Alterra/WUR, Wageningen. 132 pp.
- HHNK (2013) *Legger wateren toelichting. Registratienummer 13.18687*. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 32 pp.
- Portielje R & van der Molen DT (1998) *Relaties tussen eutrofiëringsvariabelen en systeemkenmerken van de Nederlandse meren en plassen*. RIZA rapport 98.007. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad. 98 pp.
- Redeke HC (1922) Zur Biologie der niederländische Brackwassertypen. *Bijdragen tot de Dierkunde* 22: 329-335.
- Remane A & Schlieper C (1971) *Biology of brackish water* (2<sup>nd</sup> rev. ed.). Die Binnengewässer 25. Schweizerbart, Stuttgart. 372 pp.
- Reynolds CS (2006) *Ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge. 535 pp.
- Schipper M, van Herpen F, Evers N, van den Berg L (2014) *Actualisatie KRW doelen van de waterlichamen van HHNK op basis van achtergrondbelasting*. Rapport BC8121-101/R00002/905919/AH/Eind. Royal HaskoningDHV, Eindhoven. 41 pp. + bijl.
- Smolders AJP, van Diggelen JMH, Geurts JJM, Poelen MDM, Roelofs JGM, Lucassen ECHET & Lamers LPM (2013) Waterkwaliteit in het veenweidegebied: de complexe interacties tussen oever, waterbodem en oppervlaktewater. *Landschap* 30: 145-153.
- van Boekel EMPM, Roelsma J, Massop HTL, Mulder HM, Jansen PC, Renaud LV & Hendriks RFA (2013) Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK. Deelrapport 1: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor de Beemster. Alterra-rapport 2475.1. Alterra Wageningen University & Research centre. 60 pp.
- Witteveen+Bos (2014). *Bijstellen KRW doelen HHNK. Confrontatie van de achtergrondbelasting met de kritische grens voor 42 waterlichamen*. Rapportnummer HHW8-1/14-012.126. Witteveen+Bos, Deventer.





## Bijlage I      Achtergrondconcentraties

Deze bijlage is als digitaal bestand bijgevoegd.

De gegevens zijn een samenvatting van de resultaten van de studies van Alterra.

De gegevens op de *cursief* gedrukte regels zijn niet consistent (gemiddelden  $\geq$  maxima).

## Bijlage II      Locaties

Deze bijlage is als digitaal bestand bijgevoegd.

De gegevens zijn ontleend aan de legger. De namen van de meeste kolommen spreken voor zich. De dieptes zijn rechtstreeks overgenomen uit de legger, of berekend uit het verschil tussen de NAP-hoogten van de waterbodem en het nagestreefde peil.

Het type (l = lijnvormig, m = meer, l/m = overgangstype) is niet ontleend aan de legger maar aan eigen onderzoek (zie § 2.2.2).

In het bestand staan onjuistheden. Bovendien zijn de opgegeven afmetingen vaak nagestreefde en niet de gemeten waarden.

## Bijlage III      Gegevens per monster

Bij alle monsters zijn recente hydromorfologische leggergegevens en gegevens over grondsoort en bodem vermeld. Die zullen voor de oudere monsters niet altijd met de werkelijke (toenmalige) situatie overeenstemmen.

|                  |                                                                          |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| eenheid          | k = klasse (0 of 1, soms 0,5)                                            |
| mp               | monsterpunt (locatie)                                                    |
| OWM              | OWM-nummer (zonder voorvoegsel NL12_)                                    |
| Alterra          | Rapportnummer Alterra                                                    |
| mp-dat           | monsterpunt-datum (datum als dagnummer sinds 1900)                       |
| halfjaar         | z = zomer, w = winter                                                    |
| invloed          | zeer sterke beïnvloeding of monster uit diep water (§ 2.2.3)             |
| vorm (num)       | 0 = lijnvormig, 1 = meer, 0,5 = overgang                                 |
| onbekend         | grondsoort onbekend (vooral in verstedelijkte gebieden en grote wateren) |
| peilbeheer (num) | 0 = dynamisch, 1 = vast                                                  |
| zomerdiepte      | leggerdiepte in winterhalfjaar                                           |
| winterdiepte     | leggerdiepte in zomerhalfjaar                                            |
| seizoensdiepte   | legger diepte in seizoen van betreffende monster                         |
| ZD=              | zichtdiepte (gelijk aan opgegeven waarde)                                |
| ZD>              | zichtdiepte (groter dan opgegeven waarde)                                |

In de ongekleurde kolommen ZS – tP de zijn gecorrigeerde fysische en chemische gegevens met afkortingen en eenheden als in Tabel 3 vermeld.

|      |                                                                                                                                                             |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N/P  | tN/tP (atoom/atoom)                                                                                                                                         |
| N/Pc | tN/tP (atoom/atoom), waarbij eerst de inerte N-fractie is afgetrokken, gesteld op 0,67 mg N/l. In de praktijk kan de inerte fractie kleiner of groter zijn. |

In de gekleurde kolommen zijn de aangeleverde fysische en chemische gegevens opgenomen.

