



# Pilot stuurvariabelen waterkwaliteit en ecologie

Op zoek naar ecologische stuurvariabelen in lijnvormige  
wateren van het Waterschap Rivierenland

Natuur  
Water

*Herman van Dam*



# **Pilot stuurvariabelen waterkwaliteit en ecologie**

## **Op zoek naar ecologische stuurvariabelen in lijnvormige wateren van het Waterschap Rivierenland**

|                                 |                           |               |
|---------------------------------|---------------------------|---------------|
| <b>in opdracht van</b>          | Waterschap Rivierenland   |               |
| <b>auteurs</b>                  | Dr. H. van Dam            |               |
| <b>namens<br/>opdrachtgever</b> | B. Prudon                 |               |
| <b>rapportnummer</b>            | <b>code opdrachtgever</b> | <b>status</b> |
| AWN 907                         | 200928232                 | Definitief    |
| <b>datum</b>                    | 20 september 2010         |               |

## Referaat

H. van Dam (2010): Pilot stuurvariabelen waterkwaliteit en ecologie: op zoek naar ecologische stuurvariabelen in lijnvormige wateren van het Waterschap Rivierenland. In opdracht van: Waterschap Rivierenland. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur. Amsterdam. Rapport 907. 127p.

De belangrijkste stuurvariabelen voor waterkwaliteit, water- en oeverplanten en fytoplankton van de watergangen in het gebied van het Waterschap Rivierenland zijn inzichtelijk gemaakt. Resultaten van fysisch-chemische en fytoplanktonbemonsteringen en vegetatieopnamen uit 2006 – 2008 van 155 locaties in 31 oppervlaktewaterlichamen zijn geanalyseerd. Naar breedte en grondsoort worden negen typen onderscheiden, waarvan de brede kleikanalen het meest algemeen zijn.

Het grootste deel van het gebied wordt intensief door de landbouw gebruikt en ontvangt kwelwater van omringende hogere gronden en uit de rivieren. Via kanalen en sloten – met steile oevers – wordt in de zomer rivierwater ingelaten. Het waterpeil is in het groeiseizoen gemiddeld 2 dm hoger dan daarbuiten (tegennatuurlijk). In de veengebieden komen o.a. door de aanvoer van sulfaatrijk rivierwater nutriënten uit de bodem vrij. De zomergemiddelde concentraties totaal-fosfaat zijn gemiddeld 0,30 mg/l in de veekanalen en 0,03 – 0,14 mg/l in de overige kanalen. Verschillen in grondsoort en afmetingen van het water zijn voor de vegetatie van groter belang dan verschillen in concentraties van nutriënten.

De algemeenste soorten water- en oeverplanten zijn kenmerkend voor (zeer) voedselrijke omgeving en zijn goed bestand tegen de intensieve schoning (2 – 5 x per jaar). De steile kanten geven weinig ruimte voor de ontwikkeling van een diverse oeverzone, waarop zich ruigtkruiden ontwikkelen doordat het maaisel blijft liggen. De kwaliteit van de vegetatie is mede daardoor ontoereikend.

In het fytoplankton zijn de hoeveelheden veel geringer dan op grond van de nutriëntenconcentraties verwacht mag worden. Daardoor scoort het fytoplankton op de deelmaatlat voor chlorofyl op 80% van de locaties voldoende. De milieumomstandigheden zijn waarschijnlijk te dynamisch voor ontwikkeling van blauwwierenbloei. Wel kunnen planktonsoorten met zweefpharen, vooral cryptofyten, zich goed ontwikkelen. Er zijn geen fytoplanktonsoorten gevonden die een relatie met het ingelaten rivierwater aangeven.

Trefwoorden: Gelderland, Zuid-Holland, Betuwe, sloten, kanalen, ordinatie, chemie, hydromorfologie, onderhoud, macrofyten, macrofauna, waterplanten, oeverplanten, fytoplankton

## Leeswijzer

De samenvatting vermeldt de belangrijkste resultaten en conclusies, in onderlinge samenhang.

Na de inleiding volgen in de hoofdstukken 2-4 de beschrijvingen van het gebied, de bemonsteringslocaties, de hydromorfologie, het landgebruik en het onderhoud. De fysische en chemische variabelen komen in hoofdstuk 5 aan de orde en de biologische kwaliteitselementen in de hoofdstukken 6 en 7.

Bijna elk afzonderlijk hoofdstuk heeft aparte secties met beschrijvingen van de methoden en de resultaten en een samenvatting.

# Inhoud

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| Samenvatting                            | 1  |
| 1. Inleiding                            | 3  |
| 2. Gebied en locaties                   | 5  |
| 2.1. Landschap.....                     | 5  |
| 2.2. Bodem, grondwater, gebruik.....    | 6  |
| 2.3. Oppervlaktewater.....              | 7  |
| 2.4. Watertypen en locaties.....        | 8  |
| 2.5. Samenvatting.....                  | 10 |
| 3. Hydro(morfo)logie                    | 13 |
| 3.1. Hydromorfologie.....               | 13 |
| 3.2. Hydrologie.....                    | 14 |
| 3.3. Samenvatting.....                  | 18 |
| 4. Landgebruik en onderhoud             | 21 |
| 4.1. Grondgebruik.....                  | 21 |
| 4.2. Onderhoud.....                     | 22 |
| 4.3. Samenvatting.....                  | 24 |
| 5. Fysische en chemische toestand       | 25 |
| 5.1. Selectie.....                      | 25 |
| 5.2. Methoden.....                      | 26 |
| 5.3. Kwaliteit van de waarnemingen..... | 28 |
| 5.4. Resultaten.....                    | 29 |
| 5.5. Samenvatting.....                  | 33 |

---

|              |                                                                          |     |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.           | Water- en oeverplanten                                                   | 35  |
| 6.1.         | Methoden .....                                                           | 35  |
| 6.2.         | Resultaten .....                                                         | 43  |
| 6.3.         | Samenvatting en conclusies .....                                         | 61  |
| 7.           | Fytoplankton                                                             | 65  |
| 7.1.         | Methoden .....                                                           | 65  |
| 7.2.         | Resultaten .....                                                         | 68  |
| 7.3.         | Samenvatting .....                                                       | 75  |
| 8.           | Synthese                                                                 | 77  |
| 9.           | Dankwoord                                                                | 85  |
| 10.          | Literatuur                                                               | 87  |
|              | Bijlagen                                                                 | 91  |
| Bijlage 2.1. | Locaties en kwaliteitselementen .....                                    | 93  |
| Bijlage 2.2  | Aantal locaties per type en waterlichaam.....                            | 97  |
| Bijlage 3.1  | Hydrologie, hydromorfologie, omgeving,<br>landschap, onderhoud.....      | 99  |
| Bijlage 3.2  | EGV-IR diagrammen .....                                                  | 103 |
| Bijlage 5.1. | Jaargemiddelden fysische en chemische<br>metingen.....                   | 105 |
| Bijlage 5.2  | Typegemiddelden fysische en chemische<br>metingen.....                   | 109 |
| Bijlage 5.3  | Jaargemiddelden fysische en chemische<br>metingen per type.....          | 111 |
| Bijlage 6.1  | Soortenlijst macrofyten.....                                             | 113 |
| Bijlage 6.2  | Relatie groeivormen en onderhoud .....                                   | 117 |
| Bijlage 6.3  | Scores soorten en opnamen ordinatie<br>macrofyten.....                   | 119 |
| Bijlage 6.4  | Centroiden en correlaties milieuvariabelen<br>ordinatie macrofyten ..... | 123 |
| Bijlage 7.1  | Determinatieliteratuur fytoplankton .....                                | 125 |
| Bijlage 7.2  | Gemiddelde fytoplanktonhoeveelheden .....                                | 127 |

# Samenvatting

Het Waterschap Rivierenland is verantwoordelijk voor de waterbeheersing in het gebied tussen de grote rivieren. Om te kunnen beoordelen welke maatregelen het meest effectief zijn voor verbetering van de ecologische waterkwaliteit worden in dit rapport de belangrijkste stuurvariabelen voor waterkwaliteit, water- en oeverplanten en fytoplankton van de talrijke watergangen in het gebied inzichtelijk gemaakt.

Voor het onderzoek zijn uit 31 oppervlaktewaterlichamen 155 locaties in lijnvormige oppervlaktewateren geselecteerd, die in 2006, 2007 en 2008 zijn onderzocht. Ze zijn naar hun breedte en grondsoort verdeeld in negen typen, waarvan de brede kleikanalen het meest algemeen zijn. Op 103 locaties zijn gedurende een of meer jaren regelmatig monsters genomen voor fysische en chemische analyse (lichtklimaat, nutriënten, zuurstofhuishouding, macro-ionen, zware metalen) en chlorofyl-a. Op 153 locaties zijn in totaal 168 vegetatieopnamen gemaakt. Op 16 locaties zijn 68 fytoplanktonmonsters genomen voor analyse van de soortensamenstelling.

Het grootste deel van het gebied wordt intensief door de landbouw gebruikt. Daarnaast zijn er stedelijke kernen en veel dorpen. De oppervlakte aan natuurgebieden is zeer gering. De bodem bestaat grotendeels uit klei, in het oostelijk en westelijk deel zijn respectievelijk ook zand en veen aanwezig. Het gebied ontvangt kwelwater van de omringende hogere gronden en uit de rivieren.

De waterhuishouding is goed afgestemd op de eisen van de landbouw. Via een uitgebreid stelsel van kanalen en sloten – met meestal steile oevers – wordt in de zomer water uit de grote rivieren ingelaten en in de winter wordt water naar de rivieren uitgemalen. Daarbij is het waterpeil in het groeiseizoen gemiddeld 2 dm hoger dan daarbuiten (tegennatuurlijk). Om voldoende doorstroming te handhaven wordt de water- en oevervegetatie twee tot vijf maal per jaar gemaaid.

De wateren zijn van nature al voedselrijk, maar in de veengebieden komen nog eens extra nutriënten uit de bodem vrij door de aanvoer van sulfaatrijk rivierwater, wat o.a. leidt tot extra algengroei en een verslechtering van de zuurstofhuishouding. De zomergemiddelde concentraties totaal-fosfaat zijn gemiddeld 0,30 mg/l in de veenkanalen en 0,03 – 0,14 mg/l in de overige kanalen. In de winter zijn deze concentraties

wat lager. Totaal-stikstof is in de zomer (2,3 mg/l) juist lager dan in de winter (4,0 mg/l), door denitrificatie.

De meest voorkomende soorten water- en oeverplanten (smalle waterpest, grof hoornblad, sterrenkroos, liesgras, riet, scherpe zegge, grote egelskop, gele lis, rietgras, waterzuring) zijn kenmerkend voor (zeer) voedselrijke omgeving en zijn goed bestand tegen de intensieve schoning van de watergangen. De steile kanten geven weinig ruimte voor de ontwikkeling van een diverse oeverzone. Doordat het bij de schoning gemaakte organische materiaal niet wordt verwijderd ontwikkelen zich ruigtkruiden (grote brandnetel, harig wilgenroosje) op de oevers.

De kwaliteit van de vegetatie is ontoereikend, vooral door de slechte ontwikkeling van de drijvende waterplanten en de overbegroeiing. In wateren die met de maaiboot worden geschoond ontwikkelen de ondergedoken waterplanten en de andere groeivormen zich slechter dan in wateren waar de maaikorf en klepelmaaier worden gebruikt.

Voor de soortensamenstelling lijken de verschillen in onderhoud in het gebied niet van grote betekenis. Verschillen in grondsoort en afmetingen van het water zijn voor de vegetatie van groter belang dan verschillen in concentraties van nutriënten.

In het fytoplankton zijn de algenhoeveelheden veel geringer dan op grond van de nutriëntenconcentraties verwacht mag worden. Daardoor scoort het fytoplankton op de deelmaatlat voor chlorofyl op 80% van de locaties voldoende. De milieuomstandigheden zoals watertemperatuur, zuurgraad en verblijftijd zijn waarschijnlijk te dynamisch voor ontwikkeling van blauwwierenbloei. Wel kunnen planktonsoorten met zweepharen, vooral cryptofyten, zich goed ontwikkelen, doordat ze steeds actief het voor hen meest geschikte deel van de waterkolom kunnen opzoeken. Er zijn geen fytoplanktonsoorten gevonden die een relatie met het ingelaten rivierwater aangeven.

# I. Inleiding

Het Waterschap Rivierenland is verantwoordelijk voor de waterbeheersing in het gebied tussen de Rijn/ Lek en de Maas, vanaf de Duitse grens in het oosten tot aan de Alblasserwaard en de Biesbosch in het westen. Verreweg het grootste deel van het oppervlaktewater bevindt zich in stilstaande of langzaam stromende lijnvormige wateren, zoals sloten en kanalen.

Eén van de kerntaken van Waterschap Rivierenland is het waarborgen van een goede waterkwaliteit. Om de waterkwaliteit te kunnen beoordelen wordt wateren onderzocht en getoetst. Vanuit de Kaderrichtlijn Water moet de waterkwaliteit voldoen aan het Goed Ecologisch Potentieel (GEP). Indien de waterkwaliteit de gewenste norm niet haalt worden maatregelen getroffen. Om te kunnen beoordelen welke maatregelen het meest effectief zijn, is inzicht noodzakelijk in de processen en variabelen die invloed hebben op de kwalitatieve ontwikkeling van wateren.

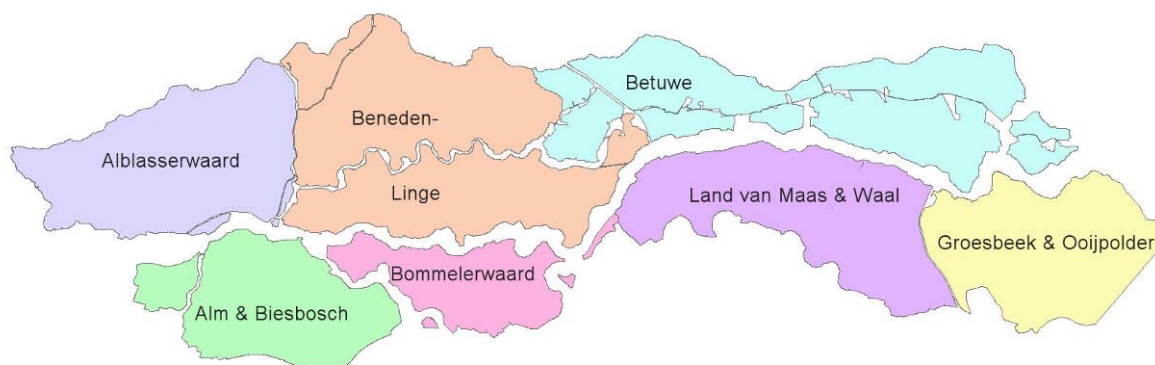
De doelstelling van dit pilotproject is het (statistisch onderbouwd) inzichtelijk maken van de belangrijkste stuurvariabelen voor waterkwaliteit en ecologie in sloten en kanalen.



## 2. Gebied en locaties

### 2.1. Landschap

Het gebied van het waterschap Rivierenland is circa 2100 km<sup>2</sup> groot en omvat het gebied tussen de grote rivieren als aangegeven in Figuur 2.1. Er zijn verschillende landschappen: in het oosten de pleistocene stuwwal bij Nijmegen met een overgangszone via Groesbeek naar de lager gelegen Ooijpolder. Meer naar het westen liggen zowel ten noorden als ten zuiden van de Waal de karakteristieke rivierlandschappen, met oeverwallen (stroomruggen) en komgronden. Deze vinden we in de Betuwe, de Beneden-Linge, het Land van Maas en Waal en de Bommelerwaard. Door de Betuwe en Beneden-Linge stroomt de Linge. In het westen van het beheergebied ligt ten noorden van de Waal het gebied van de Alblasserwaard. Ten zuiden van de Waal ligt het gebied van Alm en Biesbosch (Waterschap Rivierenland 2007).

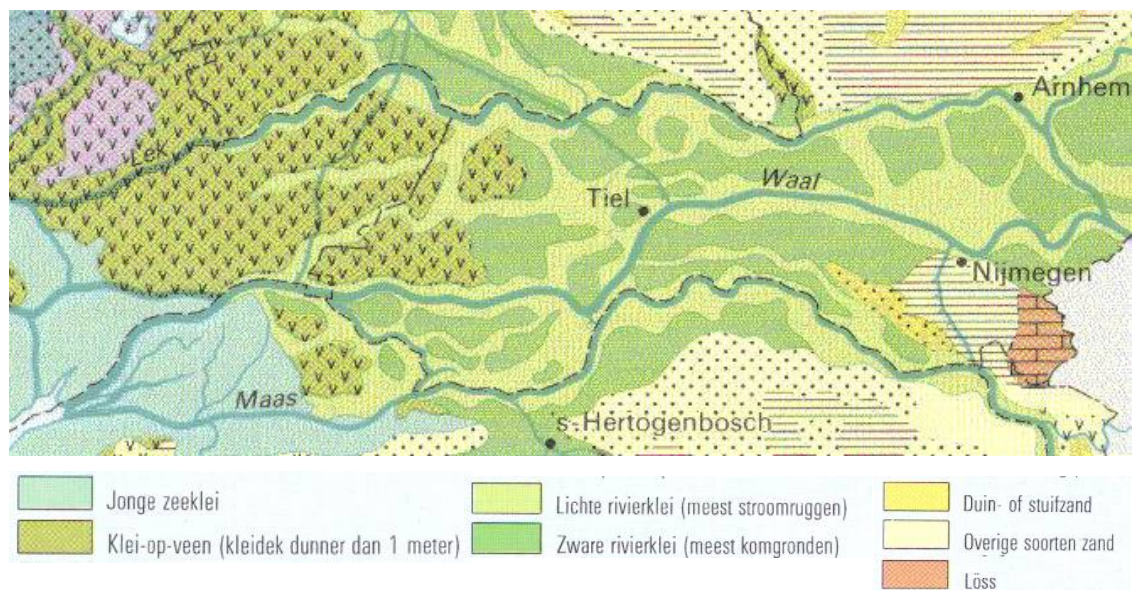


Figuur 2.1 Deelstroomgebieden (Waterschap Rivierenland 2007).

## 2.2. Bodem, grondwater, gebruik

### Bodem

In de bodemgesteldheid is een gradiënt van oost naar west zichtbaar (Figuur 2.2). De stuwwal van Nijmegen is zandig, maar aan de oppervlakte ligt plaatselijk löss. Naar het westen toe waaiert het zand aan de oppervlakte uit tot in het land van Maas en Waal. Langs de oevers van de rivieren komen op de stroomruggen zandige kleigronden (zavel) voor, verderaf zijn de door de rivieren aangevoerde fijne kleideeltjes bezonken, waar ze de zware komgronden vormen. Meer naar het westen, met name in de Alblasserwaard heeft zich op de klei veen afgezet. In dit gebied, maar vooral in Alm en Biesbosch bestaat de bodem ook uit jonge zeeklei.



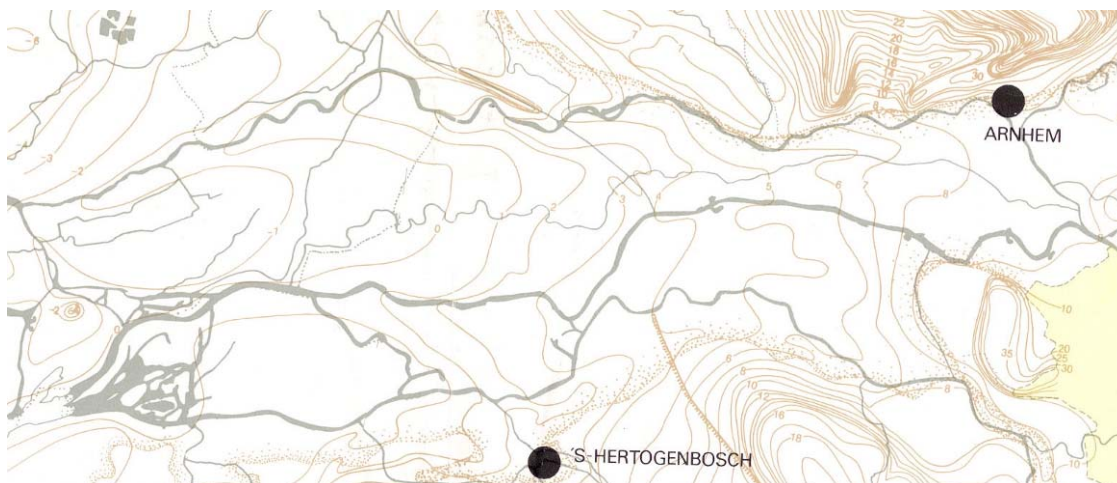
Toevoegingen: vvvv; tussen 0 en 80cm diepte grotendeels veenachtig materiaal; strepen: podzolen; hokjes: brikgronden (ingespoelde fijne kleideeltjes); stippeltjes: humusrijke bovenlaag.

Figuur 2.2. Globale bodemkaart (Wolters-Noordhoff 1995)

### Grondwater

De isohypsen (lijnen van gelijke stijghoogte) van het ondiepe grondwater zijn aangegeven in Figuur 2.3. Het patroon van de isohypsen van het diepe grondwater komt hier vrijwel mee overeen (Roelofs e.a. 1982). De stroomrichting van het grondwater staat loodrecht op de richting van de isohypsen. Waar het verhang van het grondwater groot is staan de isohypsen dicht op elkaar en is de stroomsnelheid van het grondwater relatief groot. Waar de isohypsen verder van elkaar liggen is de stroomsnelheid van het grondwater lager.

De stuwwal bij Nijmegen is een infiltratiegebied. De rest van het beheersgebied is van nature grotendeels kwelgebied. Nabij de stuwwallen van Nijmegen en de Veluwe is de regionale kwel het sterkst. Daarnaast wordt het ondiepe grondwatersysteem sterk gestuurd door de rivieren. In de winter treedt in grote delen kwel op en in de zomer zijgt het oppervlaktewater weg. Het beheer van het oppervlaktewater heeft grote invloed op de kwelintensiteit. De intensiteit van kwel en wegzijging wordt sterk beïnvloed door de aanwezigheid van zandbanen en de on-



Figuur 2.3. Isohypskaart van het ondiepe grondwater. De getallen bij de lijnen zijn hoogten in meters boven NAP (Roelofs e.a. 1982).

#### Gebruiksfuncties

dergrond in delen van het gebied (Waterschap Rivierenland 2007). Ten slotte is er lokale kwel vanuit de stroomruggen naar de komgronden.

Wat betreft het landgebruik domineert stedelijk gebruik, grasland en bouwland. Op de hoger gelegen oeverwallen komt veelal fruitteelt voor. In het oostelijk deel van de Betuwe zijn de boomgaarden de laatste jaren steeds meer vervangen door boomkwekerijen. Voor de Bommelerwaard is glastuinbouw karakteristiek en voor Alm en Biesbosch akkerbouw.

Grote stedelijke kernen zijn Nijmegen en Arnhem in het oosten van het gebied, Tiel in de Betuwe, Culemborg, Leerdam, Gorinchem, Geldermalsen en Vianen in Beneden-Linge, Zaltbommel in de Bommelerwaard en Alblasserdam, Sliedrecht, Papendrecht en Hardinxveld-Giesendam in de Alblasserwaard.

## 2.3. Oppervlaktewater

#### Voeding

Op veel plaatsen in het gebied kan, al of niet door middel van gemalen, water uit de grote rivieren worden ingelaten (vooral in de zomer) of daarop worden geloosd (vooral in de winter). Via restanten van oude rivierlopen, kreken en gegraven watergangen (kanalen, sloten) vindt het watertransport plaats.

#### Belasting

In het beheergebied liggen diverse bronnen die het watersysteem belasten met nutriënten, zware metalen en overige verontreinigende stoffen, bijvoorbeeld inlaatwater, uit- en afspoeling vanuit de landbouw, rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's), overstorten, industriële lozingen en atmosferische depositie. Inlaatwater, uit- en afspoeling vanuit de landbouw en RWZI's zijn de belangrijkste bronnen voor nutriënten en zware metalen (Waterschap Rivierenland 2007).

#### Oppervlaktewaterlichamen

Voor de regulering van de waterhuishouding is het beheergebied opgedeeld in deelstroomgebieden, afwateringsgebieden en peilgebieden. De deelstroomgebieden (Figuur 2.1) zijn hydrologische eenheden waarbinnen een specifiek waterbeheer wordt gevoerd. Ten behoeve van de Ka-



het type regionaal kanaal is toegekend en omgekeerd. Deze indeling is voor dit onderzoek niet toegepast.

Om een ecologisch zinnigere typenindeling te maken en om verwarring met de door het waterschap gebruikte indeling te voorkomen is niet aan elke locatie een KRW-type toegekend volgens de indelingen uit de meest recente maatlatten voor natuurlijke typen (Van der Molen & Pot 2007) en sloten en kanalen (Evers 2007), maar een type volgens de indelingen van de Ebeo-systemen (Ecologische beoordelingssystemen) uit Franken e.a. (2006). Bij deze laatste indeling is bij de kanalen nog extra onderscheid gemaakt tussen smalle en brede typen, met dezelfde grens (15 m) die in de KRW-typologie tussen regionale en grote kanalen wordt gehanteerd.

Voor de toekenning van de typen is alleen uitgegaan van de gegevens over de breedte van het water, omdat de opgegeven dieptes de dieptes op 1 m uit de oever zijn en niet de gemiddelde dieptes, zoals vereist. Er is vanuit gegaan dat alle wateren gemiddeld minder dan 3 m diep zijn, met uitzondering van het Merwedekanaal. Voor de bodemgegevens zijn in het algemeen de door het waterschap verstrekte gegevens gebruikt. Voor enkele gebieden met mengvormen zijn op de grondsoortenkaart van Nederland (www.edugis.nl) nog enkele mutaties in de oorspronkelijke gegevens aangebracht. Het betreft enkele locaties in gebieden met zeer gevarieerde bodemgesteldheid, zoals de 'Sloten Citters'. Dit gebied staat bij het waterschap te boek als 'zwak gebufferde sloten (M2)' te boek, maar de alkaliniteit (bicarbonaatconcentratie) voldoet daar volgens de huidige metingen (nog) niet aan.

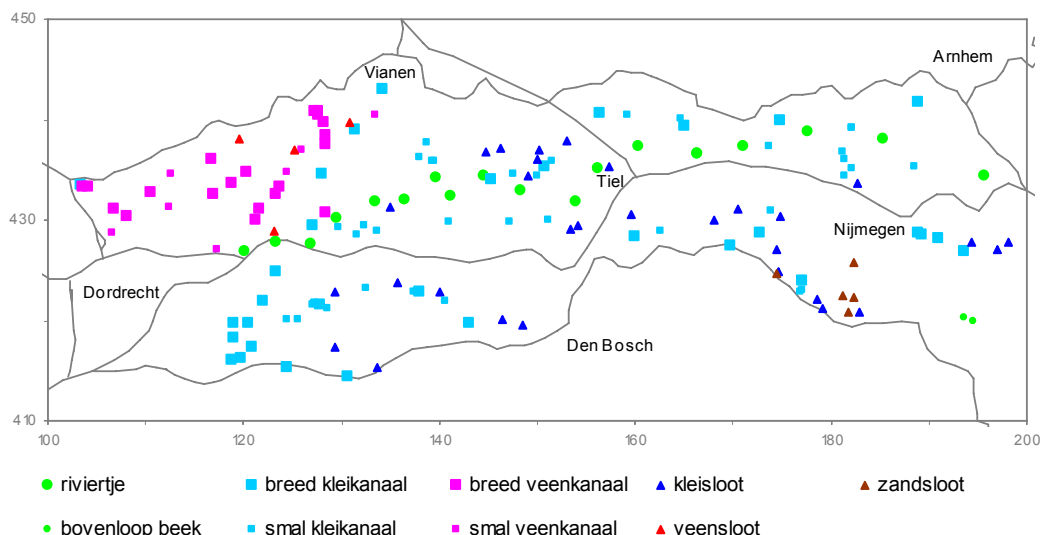
De onderscheiden typen zijn vermeld in Tabel 2.1

Locaties

Bijlage 2.1 bevat een lijst van alle 155 onderzochte locaties. Bijlage 2.2 bevat een tabel van de aantallen locaties per type en per waterlichaam. De verspreiding van de typen is ook aangegeven in Figuur 2.5. Er is een duidelijke regionale verspreiding van de typen. Zo zijn de bovenlopen van beken beperkt tot het zuidoosten van het gebied en laagveenwateren tot het noordwestelijk deel. De brede kleikanalen vormen het meest algemene type. Ook de andere kleitypen (smalle kanalen en sloten) zijn zeer algemeen, in overeenstemming met de aard van de ondergrond.

Tabel 2.1 Omschrijving van de watertypen en het aantal locaties daarvan.

|      |                       |             | KRW-type oorspronkelijk |                       |                            |                                |                               |               |              |                |                           |           |                    |      |
|------|-----------------------|-------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------|--------------|----------------|---------------------------|-----------|--------------------|------|
|      |                       |             | M1a                     | M2                    | M3                         | M6a                            | M7b                           | M10           | M27          | R4             | R5                        | R6        | R8                 | Alle |
|      |                       |             |                         |                       |                            | gr., ondiepe kan. z. scheepvrt | groot, diep kan. m. scheepvrt | laagveenvaart | laagveenplas | bovenloop beek | middenloop/benedenl. beek | riviertje | zoet getijdenwater |      |
| Afk. | Ebeo-type (aangepast) | breedte (m) | zoete, gebufferde sloot | zwak gebufferde sloot | gebufferd regionaal kanaal |                                |                               |               |              |                |                           |           |                    |      |
| BB   | bovenloop beek        | < 2         |                         |                       |                            |                                |                               |               |              | 2              |                           |           |                    | 2    |
| RI   | riviertje             | > 8         |                         |                       |                            | 9                              | 2                             |               |              |                |                           | 8         |                    | 19   |
| Ks   | smal kleikanaal       | 10 - 20     | 7                       | 2                     | 20                         | 7                              |                               |               |              |                |                           |           |                    | 36   |
| Kb   | breed kleikanaal      | 20 - 75     | 2                       | 1                     | 9                          | 2                              | 4                             | 1             |              |                | 4                         |           | 9                  | 32   |
| Vs   | smal veenkanaal       | 10 - 20     |                         |                       | 1                          |                                |                               | 6             |              |                |                           |           |                    | 7    |
| Vb   | breed veenkanaal      | 20 - 75     |                         |                       | 1                          |                                |                               | 18            | 1            |                |                           |           |                    | 20   |
| SZ   | zandsloot             | < 10        |                         | 4                     | 1                          |                                |                               |               |              |                |                           |           |                    | 5    |
| SK   | kleisloot             | < 10        | 7                       | 5                     | 12                         | 2                              |                               |               |              |                | 3                         |           | 1                  | 30   |
| SV   | veensloot             | < 10        |                         |                       | 1                          |                                |                               | 3             |              |                |                           |           |                    | 4    |
| Alle |                       | < 75        | 16                      | 12                    | 45                         | 20                             | 6                             | 28            | 1            | 2              | 7                         | 8         | 10                 | 155  |



Figuur 2.5. Verspreiding van de watertypen in het onderzoekgebied.

Van de typen op zandondergrond komen alleen enkele bovenlopen en sloten aan de flanken van de Nijmeegse stuwwal voor. De locaties van het type riviertje betreffen de Beneden Linge.

## 2.5. Samenvatting

Het gebied van het Waterschap Rivierenland wordt omsloten door de rivieren Nederrijn/Lek en Maas/Merwede. Midden er doorheen stromen de Waal en de Linge. De bodem bestaat grotendeels uit kalk- en voedselrijke klei, maar aan de oostkant is er de (matig) voedselarme en kalkarme zand en löss van de Nijmeegse stuwwal en in het westen een veenpakket (Alblasserwaard) en jonge zeeklei (Alm en Biesbosch). Vlak langs de rivieren bevinden zich de stroomruggen met grovere, zavelige afzettingen en verderaf de komgronden, met fijnere afzettingen (zwarte klei).

Er is van oorsprong veel kwel in het gebied, op regionale schaal van de hoge zandgronden op de Veluwe en in mindere mate Noord-Brabant, op meer lokale schaal vanuit de grote rivieren (vooral in de winter) en vanuit de stroomruggen naar de komgronden.

Het gebied wordt intensief door de mens gebruikt: naast gras- en akkerland, zijn vooral de boomgaarden kenmerkend voor het gebied. Daarnaast zijn er grote en veel kleinere stedelijke kernen, zoals Arnhem, Nijmegen, Tiel en Zaltbommel. Er zijn weinig natuurgebieden.

De menselijke activiteiten belasten het oppervlaktewater met nutriënten, die via uit- en afspoeling van landbouwgrond en effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties in het oppervlaktewater komen. Daarnaast komen er nutriënten in het gebied door de inlaat van Rijn- en Maaswater, vooral in de zomer.

Voor dit onderzoek zijn door het waterschap 155 locaties geselecteerd in 31 oppervlaktewaterlichamen. Ze zijn onder te verdelen in negen ty-

pen: twee typen stromende wateren (bovenlopen van beken en het riviertje de Linge), smalle en brede kleikanalen, smalle en brede veenkanalen en zand- klei- en veensloten. Bijna tweederde van de locaties behoort tot de kleitypen, vooral kanalen.



NL\_09\_03\_02 (Beken Groesbeek) Drulse Beek



NL\_09\_30\_04 (Weteringen Ooijpolder) 't Meertje (breed kleikanaal)



## 3. Hydro(morfo)logie

### 3.1. Hydromorfologie

#### Dimensies

De gegevens omtrent de afmetingen van het stroomgebied en de locaties zijn vermeld in Bijlage 3.1 en samengevat in Tabel 3.1. De gegevens hierin spreken voor zich.

#### Aard van de oever

In Tabel 3.2 zijn de eigenschappen van de oever per locatie samengevat. Opvallend zijn de hoge percentages van de steile oevers (helling > 45°) en de geringe percentages plasbermen en flauwe oevers. Bij de soort van de oever is de overwegende oeversoort per locatie aangegeven. Vooral in het riviertje (Linge), de veenkanalen en –sloten zijn de percentages beschoeide oevers met 25 tot 39% hoog.

Tabel 3.1. Lengte en oppervlakte van de waterlichamen en afmetingen van de locaties per watertype. Slibd. = slibdikte op 1m uit de oever. Ook de diepte is op 1m uit de oever gemeten.

| type             | aantal | gemiddelden    |              |                |                |                | minima         |                |                | maxima         |                |                |
|------------------|--------|----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                  |        | lengte<br>(km) | opp.<br>(ha) | breedte<br>(m) | diepte<br>(dm) | slibd.<br>(dm) | breedte<br>(m) | diepte<br>(dm) | slibd.<br>(dm) | breedte<br>(m) | diepte<br>(dm) | slibd.<br>(dm) |
| bovenloop beek   | 2      | 6.5            | 5            | 1.3            | 1.8            | 0.1            | 1              | 1.5            | 0.0            | 1.5            | 2.0            | 0.2            |
| riviertje        | 19     | 40.8           | 120          | 45.2           | 13.6           | 1.4            | 20             | 3.0            | 0.0            | 80             | 40.0           | 5.0            |
| smal kleikanaal  | 36     | 36.8           | 52           | 13.0           | 5.9            | 0.7            | 10             | 2.0            | 0.0            | 18             | 12.0           | 7.0            |
| breed kleikanaal | 32     | 26.3           | 56           | 33.5           | 8.3            | 0.8            | 20             | 2.5            | 0.0            | 75             | 20.0           | 10.0           |
| smal veenkanaal  | 7      | 27.9           | 90           | 13.1           | 6.1            | 1.0            | 10             | 4.0            | 0.1            | 17             | 9.0            | 4.0            |
| breed veenkanaal | 20     | 21.5           | 70           | 37.8           | 10.2           | 2.7            | 20             | 5.5            | 0.0            | 75             | 25.0           | 10.0           |
| zandsloot        | 5      | 24.7           | 35           | 3.5            | 3.1            | 0.2            | 1              | 0.8            | 0.0            | 7              | 5.0            | 0.5            |
| kleisloot        | 30     | 25.8           | 38           | 5.9            | 5.3            | 0.8            | 1.5            | 1.5            | 0.1            | 9              | 10.0           | 2.0            |
| veensloot        | 4      | 41.1           | 146          | 7.5            | 5.3            | 1.4            | 5              | 0.0            | 0.2            | 9              | 10.0           | 2.5            |
| alle             | 155    | 29.9           | 64           | 22.4           | 7.6            | 1.1            | 1              | 0.0            | 0.0            | 80             | 40.0           | 10.0           |

Tabel 3.2. Helling en soort van de oevers (percentage locaties) en het aantal kunstwerken per waterlichaam.

| type             | aan-<br>tal | helling oever |       |       | soort oever        |       |                | aantal kunstwerken in waterlichaam |      |      |        |      |      |
|------------------|-------------|---------------|-------|-------|--------------------|-------|----------------|------------------------------------|------|------|--------|------|------|
|                  |             | plas-<br>berm | flauw | steil | natuur-<br>vriend. | aarde | be-<br>schoeid | voor vis passeerbaar               |      |      | totaal |      |      |
|                  |             |               |       |       |                    |       |                | gem.                               | min. | max. | gem.   | min. | max. |
| bovenloop beek   | 2           | 0             | 0     | 100   | 0                  | 100   | 0              | 1.00                               | 1    | 1    | 3.00   | 3    | 3    |
| riviertje        | 19          | 11            | 0     | 89    | 22                 | 39    | 39             | 0.42                               | 0    | 2    | 6.79   | 0    | 25   |
| smal kleikanaal  | 36          | 8             | 6     | 86    | 8                  | 86    | 6              | 0.08                               | 0    | 3    | 11.00  | 0    | 25   |
| breed kleikanaal | 32          | 6             | 16    | 78    | 10                 | 74    | 16             | 0.22                               | 0    | 3    | 6.06   | 0    | 25   |
| smal veenkanaal  | 7           | 0             | 0     | 100   | 0                  | 71    | 29             | 0.00                               | 0    | 0    | 3.71   | 1    | 6    |
| breed veenkanaal | 20          | 0             | 5     | 95    | 0                  | 70    | 30             | 0.05                               | 0    | 1    | 1.85   | 0    | 6    |
| zandsloot        | 5           | 0             | 20    | 80    | 20                 | 80    | 0              | 0.00                               | 0    | 0    | 5.20   | 4    | 10   |
| kleisloot        | 30          | 0             | 7     | 93    | 3                  | 93    | 3              | 0.10                               | 0    | 1    | 7.50   | 1    | 25   |
| veensloot        | 4           | 0             | 0     | 100   | 0                  | 75    | 25             | 0.00                               | 0    | 0    | 4.00   | 4    | 4    |
| alle             | 155         | 5             | 7     | 88    | 8                  | 76    | 16             | 0.15                               | 0    | 3    | 6.81   | 0    | 25   |

## Kunstwerken

Het aantal kunstwerken (vooral stuwen en stuwten) per waterlichaam bedraagt gemiddeld 6,8, waarvan er slechts 0,15 (2,2%) voor vissen passeerbaar is (Tabel 3.2). Er is geen enkel waterlichaam zonder barrières voor vismigratie.

## 3.2. Hydrologie

### 3.2.1. Peilschommelingen

De fluctuaties van de waterstand zijn vermeld in Tabel 3.3. De fluctuaties zijn afgeleid van de streefpeilen uit de actuele peilbesluiten.

Opvallend zijn de grote fluctuaties (maximaal 13 dm) in de brede veenkanalen. Ook in de smalle veenkanalen en veensloten zijn de fluctuaties relatief groot. In de meeste wateren is een omgekeerd peilbeheer, dat wil zeggen dat de waterstanden in de zomer hoog worden gehouden en in de winter juist laag. Veel organismen zijn daaraan niet goed aangepast. In de bovenlopen van de beken is geen enkele fluctuatie van de waterstand gemeten, waarschijnlijk doordat de locaties vlak boven stuwten zijn gesitueerd. In de zandsloten zijn de fluctuaties (maximaal 2 dm) relatief gering.

### 3.2.2. Waterinlaat

De gemiddelde afstand van de locaties tot de rivieren (inclusief de Linde) bedraagt slechts 2 km en maximaal 5,1 km (Tabel 3.3). De meeste locaties zullen dus beïnvloed worden door toevoer van kwel- en/of oppervlaktewater uit de rivieren. Door het waterschap is een kwalitatieve inschatting gemaakt van de beïnvloeding van de locaties, waarvan de resultaten zijn vermeld in Bijlage 3.1 en samengevat in Tabel 3.3. Tevens is daarin de herkomst van het inlaatwater vermeld.

Tabel 3.3. Peilschommelingen, afstand tot de rivier en beïnvloeding door waterinlaat.

| type             | aan-tal | fluctuatie (dm) |      |      | afst. rivier (km) |      |      | waterinlaat (% locaties) |        |       |      | herkomst inlaatwater (% locaties) |     |      |           |             |
|------------------|---------|-----------------|------|------|-------------------|------|------|--------------------------|--------|-------|------|-----------------------------------|-----|------|-----------|-------------|
|                  |         | gem.            | min. | max. | gem.              | min. | max. | geen                     | weinig | matig | veel | Rijn                              | Lek | Maas | Maas/Waal | geen inlaat |
| bovenloop beek   | 2       | 0,0             | 0,0  | 0,0  | 4,6               | 4,5  | 4,7  | 100                      | -      | -     | -    | -                                 | -   | -    | -         | 100         |
| riviertje        | 19      | 1,1             | 0,0  | 3,0  | 1,2               | 0,0  | 4,0  | 47                       | 11     | 21    | 21   | 89                                | 11  | -    | -         | -           |
| smal kleikanaal  | 36      | 1,6             | 0,0  | 4,0  | 2,5               | 0,5  | 5,1  | 75                       | 11     | 3     | 11   | 67                                | -   | 28   | -         | 6           |
| breed kleikanaal | 32      | 1,7             | 0,0  | 6,5  | 1,4               | 0,0  | 3,2  | 47                       | 16     | 6     | 31   | 19                                | 16  | 44   | 6         | 16          |
| smal veenkanaal  | 7       | 3,3             | 0,5  | 7,5  | 2,3               | 1,1  | 4,3  | 57                       | 14     | 29    | -    | -                                 | 100 | -    | -         | -           |
| breed veenkanaal | 20      | 4,7             | 0,0  | 13,0 | 2,4               | 0,0  | 5,1  | 20                       | 20     | 20    | 40   | -                                 | 100 | -    | -         | -           |
| zandsloot        | 5       | 0,4             | 0,0  | 2,0  | 2,0               | 0,8  | 3,0  | 80                       | -      | 20    | -    | -                                 | -   | -    | 20        | 80          |
| kleisloot        | 30      | 1,6             | 0,0  | 3,5  | 2,3               | 0,4  | 3,8  | 70                       | 17     | 13    | -    | 37                                | -   | 37   | 3         | 23          |
| veensloot        | 4       | 2,5             | 0,5  | 7,5  | 1,5               | 0,8  | 3,1  | 75                       | 25     | -     | -    | -                                 | 100 | -    | -         | -           |
| alle             | 155     | 2,0             | 0,0  | 13,0 | 2,0               | 0,0  | 5,1  | 57                       | 14     | 12    | 17   | 37                                | 25  | 23   | 3         | 13          |

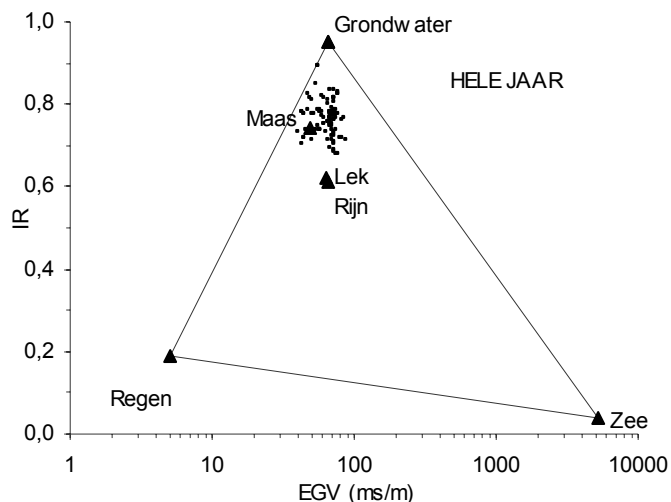
De bovenlopen van de beken worden niet door het ingelaten rivierwater beïnvloed en ook in de zand- en veensloten is er maar weinig invloed van aangevoerd water. Daarentegen is er veel beïnvloeding (40%) in de brede veenkanalen en de brede kleikanalen (31%). Ruim de helft van de locaties wordt beïnvloed door water uit het Rijn-Waal-Leksysteem; in de veenwateren geldt dit zelfs voor alle locaties. Ongeveer een kwart heeft inlaat van Maaswater en op 13% van de locaties is geen waterinlaat. Dat zijn vooral wateren in de zandgebieden en enkele kleisloten en -kanalen.

Ook de veranderingen van chemische samenstelling van het water geeft informatie over de beïnvloeding door rivierwater, zowel via oppervlaktewater als door kwel. Dat kan zichtbaar gemaakt worden in de zogenaamde EGV-IR diagrammen van Van Wirdum (1980, 1991). Hierin wordt de Ionic Ratio ( $IR = Ca/[Ca + Cl]$ ) uitgezet tegen het elektrisch geleidingsvermogen<sup>1</sup>. In zeewater is het aandeel van de chloride-ionen veel hoger dan dat van de calciumionen, terwijl het geleidingsvermogen (de ionensterkte) hoog is. In regenwater (verdampt zeewater) is het geleidingsvermogen laag en het aandeel van de chloride-ionen relatief nog steeds hoog, waardoor ook de IR laag is. In gerijpt grondwater is door ionenuitwisselingsprocessen en oplossing van gesteenten het aandeel van calcium veel hoger en het geleidingsvermogen intermediair.

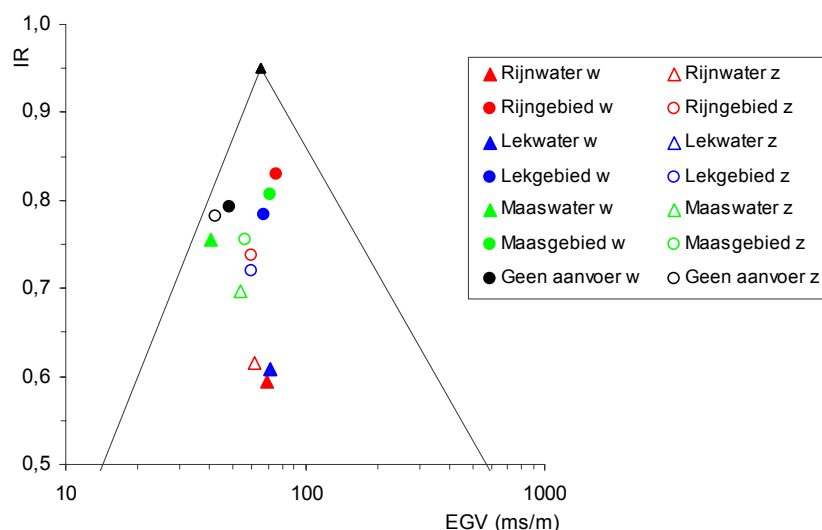
De gemiddelde waarden van EGV en IR in de zomer en winterkwartalen in het tijdvak 2006-2008 voor de ongeveer 100 locaties met geschikte waarnemingen zijn uitgezet in Figuur 3.1. Daarin zijn ook de waarden voor de Rijn bij Lobith, de Lek bij Nieuwegein en de Maas bij Keizersveer over hetzelfde tijdvak (RIWA 2007-2009, [www.riwa-maas.org](http://www.riwa-maas.org), Rijkswaterstaat) vermeld. In Bijlage 3.2 is een deel van dit diagram uitvergroot en is een uitsplitsing gemaakt naar winter- en zomermaanden en zijn de locaties onderscheiden naar de herkomst van het grond- en oppervlaktewater waarmee ze worden gevoed. De gemiddelden zijn aangegeven in Figuur 3.2

De macro-ionensamenstelling van het water in het gebied ligt tussen die van gerijpt grondwater en rivierwater. De Maas lijkt meer op gerijpt grondwater dan Rijn en Lek. De Rijn heeft in de winter een hoger chlo-

<sup>1</sup> De concentraties van calcium en chloride worden hierbij uitgedrukt in ionenequivalenten.



Figuur 3.1 EGV-IR diagram van de gemiddelde samenstelling van het oppervlaktewater van alle 102 locaties met beschikbare gegevens over het hele jaar in het tijdvak 2005 – 2008. De driehoekjes geven de referenties (gemiddelden) aan voor verschillende watertypen.



Figuur 3.2 EGV-IR diagrammen van de gemiddelde samenstelling van het oppervlaktewater in winter (januari – maart) en zomer (juli – september) over de periode 2006-2008. De samenstelling van het rivierwater is met driehoekjes en dat van de gemiddelden van de afzonderlijke locaties in de verschillende beïnvloedingsgebieden met rondjes aangegeven. Gesloten symbolen: winter, open symbolen: zomer). De symbolen voor de samenstelling van het Lekwater in winter en zomer vallen over elkaar.

ridegehalte en geleidbaarheid dan in de zomer (minder gletsjersmeltwater), in de regenrivier Maas is dit andersom. In de zomer lijken Rijn- en Maaswater daarom meer op elkaar dan in de winter. Zoals te verwachten vallen de posities voor Rijn en Lek vrijwel samen.

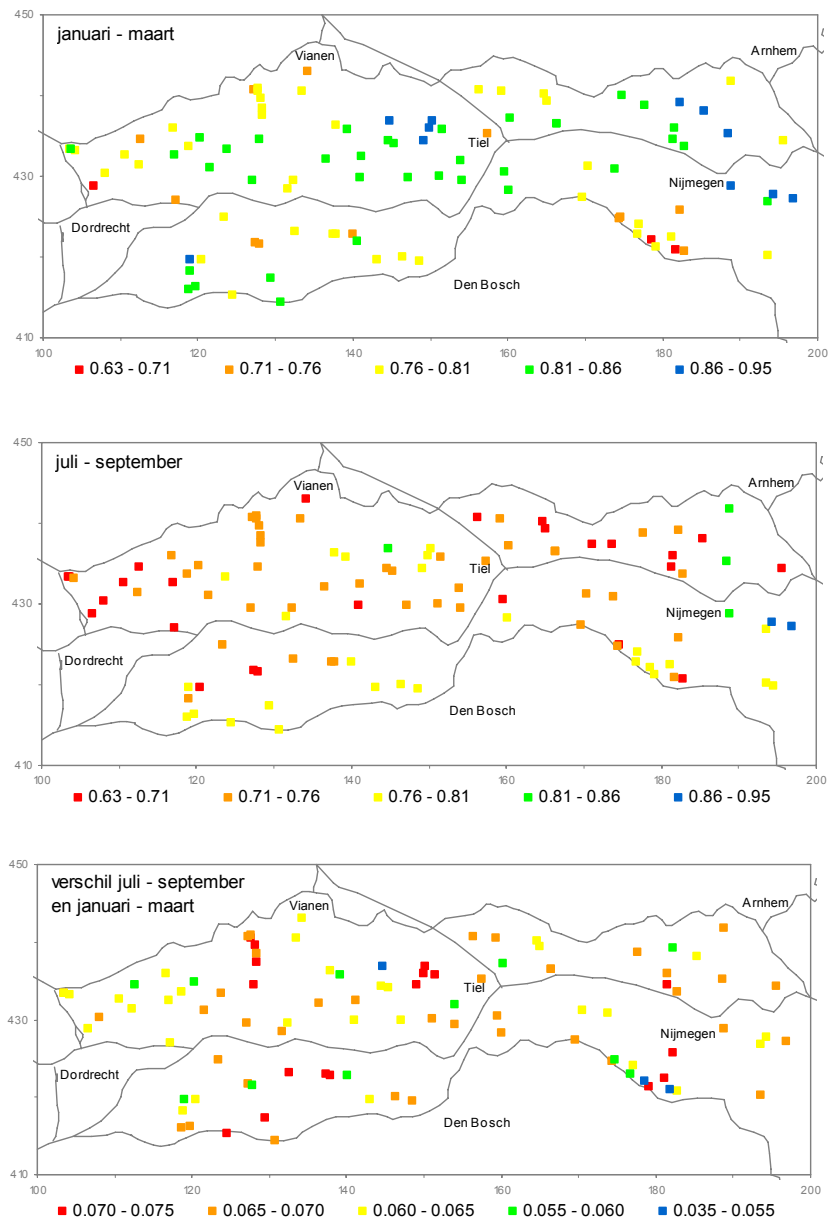
De positie van de locaties zonder aanvoer van rivierwater zijn in winter en zomer gemiddeld ongeveer gelijk. Op de overige locaties is het water 's zomers minder grondwaterachtig dan 's winters. Het grootst is de verandering op de door Rijnwater beïnvloede locaties. Het minst is deze op de door Maaswater beïnvloede locaties, hoewel de macro-ionensamenstelling hier in de zomer wat opschuift in de richting van regenwater. De verandering van de IR is dus een goede indicator voor de beïnvloeding door inlaatwater.

In Tabel 3.4 zijn de gemiddelden van IR en EGV en het verschil tussen de winter- en zomermaanden uitgesplitst naar watertype. In de bovenloop van de Leigraaf, waar geen water wordt ingelaten, is er nauwelijks verschil in de IR en het EGV. Ook in de zandsloten op de flanken van de Nijmeegse stuwwal is er weinig verschil tussen winter en zomer, hoewel het EGV hier in de zomer iets toeneemt (indamping). In het riviertje de Linge zijn de verschillen tussen winter en zomer het grootst. In de zomer voert de Linge veel Rijnwater aan, terwijl deze in de winter juist veel gebiedseigen water afvoert. In de smalle kanalen is het verschil in IR tussen winter en zomer groter dan in de brede kanalen. De brede kanalen worden waarschijnlijk een groot deel van het water beïnvloed door inlaatwater van de rivieren. Vooral in de kleikanalen en kleisloten zijn de verschillen in EGV tussen zomer en winter relatief groot.

Tabel 3.4. Gemiddelde waarden van Ionic Ratio en elektrisch geleidingsvermogen over het jaar en in de zomer- en winterperiode in het tijdvak 2005 – 2008. Verschil is het verschil tussen winter en zomer.

| type             | aantal | Ionic Ratio |         |         |          | elektr. geleidingsverm. (mS/m) |         |         |          |
|------------------|--------|-------------|---------|---------|----------|--------------------------------|---------|---------|----------|
|                  |        | jaar        | jan-mrt | jul-sep | verschil | jaar                           | jan-mrt | jul-sep | verschil |
| bovenloop beek   | 1      | 0.78        | 0.78    | 0.78    | 0.008    | 50                             | 48      | 48      | -0.3     |
| riviertje        | 10     | 0.76        | 0.83    | 0.72    | 0.110    | 69                             | 76      | 62      | 13.4     |
| smal kleikanaal  | 19     | 0.77        | 0.82    | 0.74    | 0.076    | 66                             | 72      | 59      | 13.8     |
| breed kleikanaal | 24     | 0.78        | 0.81    | 0.75    | 0.054    | 62                             | 67      | 55      | 12.0     |
| smal veenkanaal  | 5      | 0.70        | 0.76    | 0.68    | 0.075    | 68                             | 72      | 65      | 6.7      |
| breed veenkanaal | 16     | 0.74        | 0.79    | 0.73    | 0.057    | 63                             | 65      | 58      | 7.3      |
| zandsloot        | 4      | 0.74        | 0.74    | 0.74    | -0.006   | 44                             | 45      | 41      | 3.4      |
| kleisloot        | 19     | 0.78        | 0.82    | 0.77    | 0.051    | 60                             | 68      | 52      | 16.0     |
| alle             | 98     | 0.76        | 0.81    | 0.74    | 0.062    | 63                             | 68      | 56      | 11.8     |

De regionale spreiding van de IR-waarden en de verschillen tussen zomer en winter is uitgezet in Figuur 3.3. In de winter is de IR het hoogst in enkele beken en wateringen langs de Nijmeegse stuwwal en op een aantal locaties in de Overbetuwe en het waterlichaam Lek en Linge. In de Overbetuwe is er mogelijk sprake van diepe kwel, gedreven door de stuwwallen op de Veluwe. In de zomer is de IR in vrijwel het hele gebied lager dan in de winter: alleen vlakbij de Nijmeegse stuwwal zijn nog enkele locaties met hoge IR-waarden. De verschillen tussen winter en zomer zijn ook tamelijk gelijk over het gebied verdeeld, al lijken deze in de Zouweboezem en het waterlichaam Lek en Linge wat groter te zijn dan in de rest van het gebied.



Figuur 3.3 Verspreiding van de IR-waarden in de winter- en zomermaanden en de verschillen daartussen.

### 3.3. Samenvatting

De breedtes van de onderzochte locaties lopen uiteen van 1 m in bovenlopen van beken tot 80 meter in de Linge en brede kleikanalen. De dieptes, op maximaal 1 m uit de oever variëren van enkele decimeters in de beken tot enkele meters in de brede kleikanalen en de Linge. Bijna 90% van de oevers is steil en 16% van de oevers is beschoeid. In alle waterlichamen bevinden zich barrières voor vismigratie.

Gemiddeld bedraagt de fluctuatie van het waterpeil 2 dm, maar vooral in de veenkanalen en –sloten zijn de fluctuaties veel groter, tot bijna een halve meter. In veel wateren is het zomerpeil hoger dan het winterpeil, wat tegennatuurlijk is.

Gemiddeld liggen de locaties op 2 km afstand van een rivier, zodat ze meestal worden beïnvloed door kwel- en/of of inlaatwater uit de rivieren. De macro-ionensamenstelling van het oppervlaktewater vertoont de meeste overeenkomst met gerijpt grondwater, maar vooral in de zomer is er een verschuiving naar het (ingelaten) rivierwater, het meest in de Linge en de kleislotten en –kanalen en het minst in wateren nabij de Nij-meegse stuwwal.



NL\_09\_17\_04 (Linge en Kanalen Nederbetuwe) Linge



NL\_09\_13\_06 (Kanalen Tielerwaarden) Marijkegraaf (smal kleikanaal)



## 4. Landgebruik en onderhoud

### 4.1. Grondgebruik

Door de waterbeheerder zijn op de locaties steeds de meest voorkomende landgebruiksvormen op de aangrenzende oever genoteerd. Met de gegevens uit het geografisch informatiesysteem zijn door de waterbeheerder per waterlichaam de oppervlakten van de meest voorkomende landgebruiksvormen berekend. De resultaten per locatie zijn weergegeven in Bijlage 3.1 en samengevat in de Tabellen 4.1 en 4.2.

In het hele gebied is bijna de helft van alle grond (49%) grenzend aan de oppervlaktewaterlichamen als grasland in gebruik. De hoogste percentages zijn in de veengebieden te vinden. Bijna 18% van het areaal is in gebruik als akkerland, waarvan maïs bijna een derde uitmaakt. Vooral in het zandgebied komt veel maïs voor, maar de onderzochte locaties grenzen hier niet aan maïsakkers. Onder de overige gewassen, vooral in het kleigebied zijn granen, bieten en aardappelen belangrijk. De boomgaarden maken 6% van het grondgebied uit en locaties en ze komen

Tabel 4.1 Gemiddelde hoeveelheden van de voornaamste landgebruiksvormen in de waterlichamen en bij de locaties

| type             | aantal | landgebruik in waterlichaam (% grondoppervlakte) |            |              |           |     |           |        | aangrenzend landgebruik (% locaties) |            |              |           |     |        |        |
|------------------|--------|--------------------------------------------------|------------|--------------|-----------|-----|-----------|--------|--------------------------------------|------------|--------------|-----------|-----|--------|--------|
|                  |        | gras-land                                        | mais-akker | overig gewas | boomgaard | bos | stedelijk | overig | gras-land                            | mais-akker | overig gewas | boomgaard | bos | natuur | overig |
| bovenloop beek   | 2      | 23                                               | 7          | 9            | 1         | 19  | 23        | 18     | 50                                   | -          | -            | -         | -   | -      | 50     |
| riviertje        | 19     | 48                                               | 5          | 11           | 10        | -   | 9         | 17     | 47                                   | 5          | 5            | 5         | 5   | 5      | 26     |
| smal kleikanaal  | 36     | 45                                               | 6          | 15           | 7         | 1   | 9         | 16     | 64                                   | 6          | 14           | 6         | -   | -      | 11     |
| breed kleikanaal | 32     | 39                                               | 7          | 21           | 4         | 3   | 11        | 16     | 41                                   | 3          | 13           | 3         | 19  | -      | 22     |
| smal veenkanaal  | 7      | 72                                               | 1          | 1            | 1         | -   | 10        | 15     | 57                                   | -          | -            | -         | 14  | -      | 29     |
| breed veenkanaal | 20     | 68                                               | 2          | 2            | 3         | -   | 9         | 15     | 50                                   | -          | -            | -         | 5   | 5      | 40     |
| zandsloot        | 5      | 44                                               | 9          | 10           | 4         | 5   | 13        | 15     | 80                                   | -          | -            | -         | -   | -      | 20     |
| kleisloot        | 30     | 44                                               | 7          | 13           | 5         | 3   | 11        | 16     | 50                                   | 20         | 13           | 3         | 7   | 3      | 3      |
| veensloot        | 4      | 70                                               | 1          | 2            | 2         | -   | 10        | 15     | 25                                   | 25         | -            | -         | -   | -      | 50     |
| alle             | 155    | 49                                               | 5          | 12           | 6         | 2   | 10        | 16     | 52                                   | 7          | 9            | 3         | 7   | 2      | 20     |

vooral voor in het kleigebied voor. De totale hoeveelheid bos is met 2% van de oppervlakte van de waterlichamen gering, maar vooral langs de brede kleikanalen en smalle veenkanalen grenzen nogal wat locaties aan bos. Ruim een kwart van het grondgebied is niet in gebruik als agrarisch gebied of natuurgebied, maar heeft andere functies.

Op de meeste locaties is de mate van beschaduwing en de structuur van de begroeiing op het land naast de locaties genoteerd. De resultaten zijn per locatie vermeld in Bijlage 3.1 en samengevat in Tabel 4.2. Gemiddeld zijn deze gegevens bekend van bijna driekwart van de locaties, maar vooral uit het veengebied ontbreken deze gegevens; bij de veensloten zelfs geheel. Op 66% van de locaties is de onmiddellijke omgeving onbegroeid of zijn er alleen lage kruiden. Daardoor is er hier ook weinig schaduw. Langs de Linge en de kleikanalen staat hier en daar bos langs de oevers, maar dat geeft niet veel schaduw.

Tabel 4.2 Beschaduwing en begroeiingstypen rond de onderzoeklocaties.

| type             | aan-tal | beschaduwing (% locaties) |             |       |             |              |          | begroeiing (% locaties) |         |                  |          |
|------------------|---------|---------------------------|-------------|-------|-------------|--------------|----------|-------------------------|---------|------------------|----------|
|                  |         | licht                     | licht-matig | matig | matig-sterk | bijna geheel | onbekend | onbegroeid              | kruiden | kruiden en bomen | onbekend |
| bovenloop beek   | 2       | -                         | 100         | -     | -           | -            | -        | -                       | 100     | -                | -        |
| riviertje        | 19      | 11                        | 37          | 11    | -           | -            | 42       | 16                      | 32      | 11               | 42       |
| smal kleikanaal  | 36      | 22                        | 44          | -     | 3           | 6            | 25       | 6                       | 64      | 6                | 25       |
| breed kleikanaal | 32      | 13                        | 69          | -     | -           | -            | 19       | 3                       | 66      | 9                | 22       |
| smal veenkanaal  | 7       | -                         | 57          | -     | -           | -            | 43       | 14                      | 43      | -                | 43       |
| breed veenkanaal | 20      | 5                         | 70          | -     | -           | -            | 25       | 10                      | 65      | -                | 25       |
| zandsloot        | 5       | 60                        | -           | -     | 20          | -            | 20       | -                       | 80      | -                | 20       |
| kleisloot        | 30      | 10                        | 53          | -     | 10          | -            | 27       | -                       | 73      | -                | 27       |
| veensloot        | 4       | -                         | -           | -     | -           | -            | 100      | -                       | -       | -                | 100      |
| alle             | 155     | 14                        | 52          | 1     | 3           | 1            | 28       | 6                       | 61      | 5                | 29       |

## 4.2. Onderhoud

Binnen het gebied van het Waterschap Rivierenland zijn de volgende onderhoudsmethoden in gebruik.

- varen (nat profiel en natte oever)<sup>2</sup>;
- natuurvriendelijk, maaaien;
- maaikorf (droge en natte oever);
- klepelen en niet afvoeren (droge oever).

Bij de natuurvriendelijke methode wordt het verwijderde materiaal altijd afgevoerd en bij de maaikorf slechts in twee gevallen. In de meeste gevallen blijft het afgesneden organische materiaal achter op de locaties, op het droge deel van de oevers en niet in het water.

De beschikbare gegevens omtrent de toegepaste methode en de frequentie zijn per locatie vermeld in Bijlage 3.1 en samengevat in Tabel 4.2. Van veel locaties zijn de gegevens onbekend, vooral over de frequentie.

<sup>2</sup> Hierbij wordt zowel geveegd als geknipt, waarbij vegen schadelijker voor de vegetatie is dan knippen. Omdat er in de gegevens geen onderscheid is tussen beide methoden kunnen de effecten ervan ook niet uit elkaar worden gehouden.

Tabel 4.3 Onderhoudsgegevens van de onderzoeklocaties. De frequentiegegevens betreffen het aantal malen per seizoen dat er organisch materiaal wordt verwijderd.

| type             | aantal | methode (% locaties) |                    |           |        |          |          | frequentie (% locaties) |     |     |     |          | periode (% locaties) |       |         |        |                   |
|------------------|--------|----------------------|--------------------|-----------|--------|----------|----------|-------------------------|-----|-----|-----|----------|----------------------|-------|---------|--------|-------------------|
|                  |        | varen                | natuur-vriendelijk | maai-korf | klepel | afvoeren | onbekend | 1 x                     | 2 x | 3 x | 5 x | onbekend | voorjaar             | zomer | nazomer | herfst | voorjaar en zomer |
| bovenloop beek   | 2      | -                    | -                  | 100       | 100    | -        | -        | -                       | 100 | -   | -   | -        | 100                  | 100   | -       | 100    | -                 |
| riviertje        | 19     | 42                   | 5                  | -         | -      | -        | 53       | -                       | 11  | -   | -   | 89       | 21                   | 100   | 37      | 100    | 53                |
| smal kleikanaal  | 36     | 72                   | -                  | 17        | 14     | 3        | 8        | -                       | 50  | 8   | 14  | 28       | 19                   | 100   | 42      | 100    | 44                |
| breed kleikanaal | 32     | 56                   | 9                  | 6         | 9      | -        | 28       | 9                       | 13  | 6   | 22  | 50       | 31                   | 100   | 25      | 100    | 13                |
| smal veenkanaal  | 7      | 43                   | -                  | -         | -      | -        | 57       | -                       | -   | 14  | -   | 86       | -                    | 100   | -       | 100    | -                 |
| breed veenkanaal | 20     | 5                    | -                  | -         | -      | -        | 95       | -                       | -   | 5   | -   | 95       | -                    | 100   | -       | 100    | -                 |
| zandsloot        | 5      | -                    | -                  | 80        | 80     | -        | 20       | -                       | 40  | 40  | -   | 20       | 100                  | 100   | 100     | 100    | -                 |
| kleisloot        | 30     | 37                   | -                  | 43        | 30     | -        | 20       | 7                       | 43  | 10  | 10  | 30       | 43                   | 100   | 37      | 100    | 43                |
| veensloot        | 4      | 75                   | -                  | -         | -      | -        | 25       | -                       | -   | -   | -   | 100      | -                    | 100   | -       | 100    | -                 |
| alle             | 155    | 45                   | 3                  | 17        | 15     | 1        | 34       | 3                       | 26  | 8   | 10  | 53       | 26                   | 100   | 30      | 100    | 28                |

De meest voorkomende methode betreft het varen met de maaiboot (45% van de locaties). De droge oevers worden ongeveer evenveel geschoond met de maaikorf als met de klepelaar, maar veel gegevens ontbreken, vooral in het veengebied. In de veengebieden van de Alblasserwaard en de Vijheerenlanden wordt door het waterschap alleen het nat profiel onderhouden. Vrijwel alle wateren waarvan gegevens bekend zijn worden ten minste twee maal per seizoen geschoond, in het kleigebied tot wel vijf maal. Dit zal een zeer ingrijpende invloed op de ontwikkeling van de vegetatie en de daarmee geassocieerde fauna hebben.

Het onderhoudsplan van de wateren in het gebied is weergegeven in Tabel 4.4. In Bijlage 3.1 is per locatie aangegeven in welk onderhoudsdistrict deze gelegen is. De gegevens hierover zijn samengevat in de laatste kolommen van Tabel 4.3.

De gegevens van de onderhoudsperioden komen niet helemaal overeen met die van de frequentie. Volgens de deeltabel perioden zijn er bijvoorbeeld in de bovenlopen van de beken drie schoningsmomenten, maar in de deeltabel frequentie zijn er maar twee vermeld. In elk geval worden volgens het plan alle wateren zowel in de zomer als in de herfst geschoond en rond een kwart van de wateren ook nog een of meer malen in voorjaar en/of nazomer.

Tabel 4.4. Onderhoudsschema van de wateren in het rivierengebied. V = voorjaar, Z = zomer, N = nazomer, H = herfst, J = voorjaar en zomer.

| District | Gebied            |      | Periode I  |       | Periode II  |       | Periode III  |       | Periode IV  |       | Bepaald in |
|----------|-------------------|------|------------|-------|-------------|-------|--------------|-------|-------------|-------|------------|
|          | Omschrijving      | Afk. | van - tot  | seiz. | van - tot   | seiz. | van - tot    | seiz. | van - tot   | seiz. |            |
| West     | Alm en Biesbosch  | AB   | 1/6 - 15/7 | Z     | 15/8 - 1/12 | H     |              |       |             |       | 2006       |
| West     | Alblasserwaard    | AW   | 1/6 - 15/7 | Z     | 15/8 - 1/12 | H     |              |       |             |       | 2006       |
| Midden   | Bommelerwaard     | BO   | 15/3 - 1/8 | J     | 15/9 - 1/9  | Z     | 15/8 - 15/10 | H     |             |       | 2007       |
| Midden   | Lek en Linge      | LL   | 15/3 - 1/8 | J     | 15/7 - 1/9  | Z     | 15/8 - 15/10 | H     |             |       | 2007       |
| Midden   | Tiel              | TI   | 15/3 - 1/8 | J     | 15/7 - 1/9  | Z     | 15/8 - 15/10 | H     |             |       | 2007       |
| Oost     | Maas en Waal      | MW   | 15/5 - 1/7 | V     | 1/7 - 1/8   | Z     | 1/8 - 16/8   | N     | 1/9 - 1/11  | H     |            |
| Oost     | Nederbetuwe       | NB   | 15/5 - 1/7 | V     | 1/7 - 1/8   | Z     | 15/8 - 30/9* | N     | 1/9 - 15/10 | H     | 2008       |
| Oost     | Overbetuwe        | OV   | 4/6 - 20/7 | Z     | 1/8 - 30/9  | N     | 3/9 - 16/10  | H     |             |       | 2008       |
| Oost     | Rijk van Nijmegen | RN   | 15/5 - 1/7 | V     | 28/7 - 8/8  | Z     | 1/9 - 15/10  | H     |             |       | 2008       |

## 4.3. Samenvatting

Gemiddeld is ongeveer de helft van het land in de waterlichamen in gebruik als grasland, in de veengebieden is dat bijna driekwart. Maïs bezet gemiddeld 5%, maar bij de zandsloten bijna het dubbele. Nog eens 12% is in gebruik voor de teelt van overige landbouwgewassen. Vrijwel alle locaties waarvan daarover gegevens bekend zijn, liggen in een open landschap en zijn niet tot licht beschaduwd.

Van een derde van de locaties is de onderhoudsmethode onbekend. Over het algemeen is het onderhoud zeer intensief. Meestal wordt de vegetatie in het natte profiel en de natte oever kort gehouden met de maaiboot, ten minste twee maal (meestal in zomer en herfst), maar soms tot vijf maal per jaar (dan ook al in het voorjaar). Vooral in de zand- en kleislotten wordt gebruik gemaakt van de maaikorf (droge en natte oever) of de klepelmaaier (droge oever). Vrijwel nooit wordt het materiaal afgevoerd. Dat is alleen het geval op enkele locaties met natuurvriendelijke oevers.



NL\_09\_I I\_04 (Kanalen Lek en Linge) Nieuwe Graaf (smal kleikanaal)

## 5. Fysische en chemische toestand

### 5.1. Selectie

#### Algemene variabelen

Uit beschikbare fysische en chemische gegevens is een selectie gemaakt van variabelen die frequent zijn gemeten en die mogelijk een naar verhouding groot deel van de variatie in de levensgemeenschappen bepalen. Deze zijn vermeld in Tabel 5.1, samen met het aantal waarnemingen en de meest voorkomende detectiedrempels.

De algemene variabelen omvatten waterdiepte, temperatuur, pH, kleur, chlorofyl-a, doorzicht en zwevende stof. De laatste drie variabelen zeggen iets over de vertroebeling van het water. Deze wordt veroorzaakt door planktongroei en de aanwezigheid van in het water zwevend organisch en anorganisch materiaal. Naast de mate van eutrofiëring geeft deze maat ook aan of er waterplanten kunnen groeien. Indien de zichtdiepte slechts enkele decimeters bedraagt en het licht de bodem niet bereikt zal dit niet het geval zijn.

De hoeveelheid chlorofyl-a is een maat voor de hoeveelheid plantaardig plankton en geeft aan tot hoever de rijkdom aan voedingsstoffen (nutriënten) daadwerkelijk omgezet wordt in biomassa.

Van doorzicht en chlorofyl-a zijn voornamelijk de zomergemiddelden (april-september) gebruikt voor verdere verwerking.

#### Nutriënten

Variabelen gerelateerd aan nutriënten zijn ammonium, nitraat, nitriet, Kjeldahl- en totaal stikstof, ortho- en totaal-fosfaat. Anorganische fosfor- en stikstofverbindingen zijn de belangrijkste voedingsstoffen voor de groei van algen en overige waterplanten. Globaal genomen komen zij in algen voor in de verhouding van 16 atomen stikstof op 1 atoom fosfor, maar er is hierin een grote variatie.

In het algemeen kan worden gesteld dat bij N/P-verhouding boven ongeveer 30 de hoeveelheid fosfor een grens stelt aan de hoeveelheid geproduceerd plantaardig materiaal en bij een N/P-verhouding lager dan 5 à 10 de hoeveelheid stikstof beperkend is (Reynolds 2006). Macrofyten hebben in het algemeen in verhouding een twee maal zo grote behoefte aan stikstof als planktonalgen (Loeb e.a. 2009). In overeenstemming met de gangbare praktijk (Vierde Nota Waterhuishouding, NW4 1998) zijn alleen de zomerwaarnemingen (april-september) van de nutriënten voor de berekening van gemiddelden gebruikt.

#### Zuurstofhuishouding

Van de zuurstofhuishouding zijn het zuurstofgehalte en het biochemisch zuurstofverbruik (5 dagen) bepaald. Ook het gehalte aan totaal organische koolstof rekenen we hiertoe. Het zuurstofgehalte is van grote betekenis voor de soortensamenstelling van de levensgemeenschappen, met name de macrofauna. Bijzondere soorten insecten, zoals sommige soorten steenvliegen, libellen, eendagsvliegen (haften), kokerjuffers en kevers komen vooral voor in zuurstofrijke wateren, terwijl veel soorten slakken, rode muggenlarven en wormen juist lage zuurstofgehalten tolereren. Als maat hiervoor zijn jaargemiddelden genomen.

#### Macro-ionen

Een goede maatstaf voor het totale gehalte aan macro-ionen is het elektrisch geleidingsvermogen. De belangrijkste anionen zijn bicarbonaat, carbonaat, chloride en sulfaat. De belangrijkste kationen zijn natrium, magnesium, kalium, calcium en ijzer.

Chloride en calcium zijn in het gebied een belangrijke indicator voor de herkomst van het water. Deze variabelen zijn o.a. gebruikt voor de berekening van de Ionic Ratio (§ 3.2.2). Regenwater is relatief rijk aan natrium en chloride en grondwater is relatief rijk aan calcium en magnesium. Kalium is nog een noodzakelijk element voor de plantengroei, maar verkeert zelden in het minimum.

Sulfaat, dat vaak door inlaat van oppervlaktewater wordt aangevoerd, wordt in zuurstofarm milieu vaak gereduceerd tot waterstofsulfide ( $H_2S$ ), dat al bij lagere concentraties toxisch is voor waterorganismen. Waterstofsulfide wordt in het sediment vastgelegd als ijzersulfide. Bij onvoldoende beschikbaarheid van ijzer kunnen de hieraan gebonden fosfaten vrij komen en bijdragen tot eutrofiëring. Ook de toevoer van bicarbonaat (alkaliniteit) kan bijdragen aan het vrijkomen van fosfaten uit het sediment (zie bijvoorbeeld Jaarsma e.a. 2008).

#### Zware metalen

Van de zware metalen zijn bepalingen verricht van chroom, nikkel, koper, zink, cadmium en lood. Al deze metalen zijn in hogere concentraties giftig voor waterorganismen (De Nijs e.a. 2008)

## 5.2. Methoden

#### Veldbepalingen en monstername

Grotere wateren, zijn vanaf bruggen bemonsterd en kleine wateren vanaf de oever of bij duikers/bruggen. Doorzicht is gemeten met de schijf van Secchi (NEN 6606).

De monsters zijn steeds op ca 3 dm diepte genomen. Zuurstof is met een zuurstofmeter in het veld gemeten (NEN 5814).

Voor de overige bepalingen zijn de monsters op de dag van monsternamen getransporteerd naar het laboratorium van het waterschap.

## Laboratoriumonderzoek

De bepalingen zijn verricht volgens de tussen haakjes geplaatste voorschriften: chlorofyl (NEN 6520), biochemisch zuurstofverbruik (NEN-EN 1899-2), totaal organische koolstof (NEN 1484), bicarbonaat en carbonaat (eigen methode), orthofosfaat (NEN-EN-ISO 10304-1), totaal-fosfaat (NEN-ISO-25681-2), ammonium-stikstof (NEN-EN-ISO 14911), Kjeldahl-stikstof (NEN 6646 12), nitriet- en nitraat-stikstof (NEN 13395), chloride (NEN-EN-ISO 15682), sulfaat (NEN 6654), en, natrium, kalium, calcium en magnesium (NEN-EN-ISO 14911), ijzer, chroom, nikkel, koper, zink, lood en cadmium (NEN-EN-ISO 17294-2).

## Voorbewerkingen berekeningen

Eerst werden de namen van de variabelen in de uitvoer van het waterschapslaboratorium geüniformeerd. Daarbij werd 'chlorofyl a' gelijkgesteld aan 'chlorofyl-a'.

### *Dubbele monsters in uitvoer*

In de uitdraai van de database bevonden zich 3189 monsters. In 147 gevallen was er sprake van dubbele monsters, die identiek waren of maar zeer marginale verschillen vertoonden. De dubbelen werden verwijderd, evenals een dubbele serie van 27 monsters waarin alleen zware metalen waren bepaald. Hierdoor resteerden nog 3015 monsters.

### *Detectielimieten*

Bij de meeste fysische en chemische gegevens komen waarnemingen beneden de detectielimiet en, vooral voor doorzicht, boven de waterdiepte ter plekke voor. Alle waarden beneden de detectiegrens zijn vóór het berekenen van de (rekenkundige) jaar- of zomergemiddelden per locatie per periode gesteld op de helft van de detectiegrens, zoals dat in Nederland vaak gebeurt (CIW 2001).

De waarden van het doorzicht boven de waterdiepte ter plekke van het monsterpunt zijn min of meer arbitrair gesteld op 150% van de opgegeven waarde, vóór het berekenen van de gemiddelden per locatie.

### *Uitschieters*

Per variabele zijn de monsters gerangschikt van lage naar hoge waarden om uitschieters te identificeren. Daarna zijn de monsters per locatie per datum gerangschikt om de context van de uitschieters individueel te bekijken. Op grond hiervan is besloten hoe hier mee om te gaan.

De drie waarden van zwevende stof groter dan  $10^6$  werden verwijderd, evenals een temperatuurmeting met de waarde  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  en 141 weinig informatieve temperatuurmetingen met de waarde  $< 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Bij in totaal 17 waarnemingen van bicarbonaat, carbonaat, chlorofyl-a, doorzicht, orthofosfaat, nikkel en sulfaat is een decimale correctie aangebracht. Extreem hoge waarden van één waarneming van orthofosfaat, drie waarnemingen van totaal-fosfaat en negen waarnemingen van ijzer zijn niet gecorrigeerd omdat ze goed in de context pasten.

### *Stikstofcomponenten*

In de database zijn voor vrijwel alle locaties en monsterdata waarden voor totaal-stikstof vermeld. Voor 32 monsters was dat niet het geval en werd totaal-stikstof berekend uit de som van Kjeldahl-, nitriet- en nitraat-stikstof. De concentraties van totaal-stikstof zoals die door het laboratorium zijn opgegeven en zijn berekend uit de som van Kjeldahl-, nitriet- en nitraat-stikstof zijn vrijwel identiek ( $r = 0,9996$ ).

*Transformatie*

Voor elke variabele is voor alle rekenkundige gemiddelden per periode en locatie nagegaan in hoeverre deze ongeveer normaal verdeeld zijn. Daartoe is het quotiënt berekend van het gemiddelde en de mediaan van deze gemiddelden. Als deze groter is dan ongeveer 1,1 is de betreffende variabele logaritmisch getransformeerd vóór het uitvoeren van verdere berekeningen en daarna weer terug getransformeerd. Effectief betekent dat van dergelijke variabelen meetkundige gemiddelden zijn berekend. Na logaritmische transformatie waren de betreffende variabelen bij benadering wel normaal verdeeld.

## Toetsingen

Verschillen van de waarden van variabelen tussen onderzoeksjaren zijn getoetst variantie-analyse (ANOVA One-Way) in Excel. Van enkele variabelen is nagegaan of deze voldoen aan de Goede Ecologische Toestand (GET) of het Goed Ecologisch Potentieel (GEP), waarbij gebruik is gemaakt van de toetswaarden uit Evers e.a. (2007) en Ministeries V&W, VROM en LNV (2009). Hierbij is geen rekening gehouden met eigen normen van het Waterschap Rivierenland, die voor een aantal waterlichamen lager zijn dan de landelijke normen.

## 5.3. Kwaliteit van de waarnemingen

In Tabel 5.1 zijn de aantallen metingen boven de detectiegrenzen van de waterdiepte en het doorzicht en beneden de detectiegrenzen van de overige variabelen weergegeven.

Van veel variabelen liggen alle waarnemingen boven de (soms variabele) detectiegrenzen. De detectiegrenzen hebben daar geen invloed op de gemiddelden.

Bij totaal-stikstof is opgegeven dat 33% van de waarnemingen beneden de detectiegrenzen ligt. Dat betekent dat ten minste één van de componenten niet detecteerbaar is. Het betreft in tweederde van de gevallen nitriet, waarvan de concentraties meestal verwaarloosbaar zijn in vergelijking met die van nitraat- en Kjeldahl-stikstof. Dat betekent dat nog maar 4-8% van de waarnemingen van totaal-stikstof beneden de detectiegrenzen voor Kjeldahl- of nitraat-stikstof ligt.

Ruim 82% van de metingen van orthofosfaat ligt beneden de detectiegrenzen en de gemiddelden hiervan zijn daardoor niet erg betrouwbaar, evenals die van carbonaat.

Bij de zware metalen, in het bijzonder chroom, zink en lood liggen de detectiegrenzen dicht bij de gemiddelde concentraties.

Een wat grotere invloed op de gemiddelden kan worden verwacht bij chlorofyl-a, waar de meest voorkomende detectiegrens (4 µg/l) bijna 25% van het gemiddelde (16 µg/l) bedraagt. Het doorzicht is in ruim 17% van de monsters groter dan de waterdiepte.

Tabel 5.1. Percentage van de locaties met metingen beneden of boven de detectielimieten van verschillende variabelen en de gemiddelde waarden van deze variabelen over alle metingen.

| Groep<br>Variabele         | Een-<br>heid | Talrijkste<br>detectie-<br>grens | %<br>metin-<br>gen | Aantal<br>metin-<br>gen | Gemid-<br>delde | Groep<br>Variabele   | Een-<br>heid | Talrijkste<br>detectie-<br>grens | %<br>metin-<br>gen | Aantal<br>metin-<br>gen | Gemid-<br>delde |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|----------------------|--------------|----------------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|
| <i>Algemeen</i>            |              |                                  |                    |                         |                 | <i>Macro-ionen</i>   |              |                                  |                    |                         |                 |
| Diepte                     | m            | 0,05                             | 5                  | 2871                    | 1,2             | Elektr. gel. verm.   | mS/m         |                                  | 0                  | 2993                    | 63              |
| Temperatuur                | °C           |                                  | 0                  | 2824                    | 12,6            | Bicarbonaat          | mmol/l       |                                  | 0                  | 3013                    | 3,9             |
| Chlorofyl-a                | ug/l         | 4                                | 30                 | 2913                    | 16              | Carbonaat            | mmol/l       | 0,01                             | 90                 | 3014                    | 0,06            |
| Doorzicht                  | m            | >0.1 - >0.5                      | 4,0                | 2898                    | 0,67            | Chloride             | mg/l         |                                  | 0                  | 3014                    | 45              |
| Doorzicht                  | m            | >0.5 - >1                        | 9,7                | 2898                    | 0,67            | Sulfaat              | mg/l         |                                  | 0                  | 3014                    | 53              |
| Doorzicht                  | m            | >1 - >2                          | 3,3                | 2898                    | 0,67            | Natrium              | mg/l         |                                  | 0                  | 2594                    | 30              |
| Doorzicht                  | m            | >2 - >5                          | 0,03               | 2898                    | 0,67            | Kalium               | mg/l         | 1                                | 0,27               | 2594                    | 5,1             |
| Kleur                      | -            |                                  | 0                  | 3012                    | 0,35            | Calcium              | mg/l         |                                  | 0                  | 2594                    | 82              |
| Zwevend stof               | mg/l         | 2                                | 9                  | 2750                    | 14              | Magnesium            | mg/l         |                                  | 0                  | 2595                    | 10              |
| pH                         | -            |                                  | 0                  | 3014                    | 7,7             | IJzer                | mg/l         | 0,01                             | 0,15               | 1992                    | 1,0             |
| <i>Nutriënten</i>          |              |                                  |                    |                         |                 | <i>Zware metalen</i> |              |                                  |                    |                         |                 |
| Ammoniumstikstof           | mg/l         | 0,05, 0,1                        | 18                 | 3015                    | 0,28            | Chroom               | ug/l         | 1                                | 85                 | 2014                    | 0,66            |
| Nitraat-stikstof           | mg/l         | 0,05                             | 8                  | 3015                    | 1,6             | Nikkel               | ug/l         | 2                                | 1                  | 2014                    | 3,4             |
| Nitriet-stikstof           | mg/l         | 0,01, 0,1                        | 21                 | 3015                    | 0,04            | Koper                | ug/l         | 1                                | 12                 | 2026                    | 2,1             |
| Kjeldahistikstof           | mg/l         | 0,5                              | 4                  | 3015                    | 1,4             | Zink                 | ug/l         | 5                                | 44                 | 2026                    | 6,7             |
| Totaal stikstof            | mg/l         | 0,5                              | 33                 | 3015                    | 3,1             | Lood                 | ug/l         | 1                                | 69                 | 2014                    | 1,0             |
| Orthofosfaat-fosfor        | mg/l         | 0,05                             | 82                 | 3014                    | 0,05            | Cadmium              | ug/l         | 0,01, 0,05                       | 14                 | 2014                    | 0,04            |
| Totaal-fosfaat-fosfor      | mg/l         | 0,05                             | 9                  | 3015                    | 0,15            |                      |              |                                  |                    |                         |                 |
| <i>Zuurstofhuishouding</i> |              |                                  |                    |                         |                 |                      |              |                                  |                    |                         |                 |
| Bioch. zuurstofverbr.      | mg/l         | <1                               | 15                 | 2997                    | 2,6             |                      |              |                                  |                    |                         |                 |
| Tot. organ. koolstof       | mg/l         |                                  | 0                  | 1132                    | 9,8             |                      |              |                                  |                    |                         |                 |
| Zuurstof                   | mg/l         | 0,05                             | 0                  | 3010                    | 8,6             |                      |              |                                  |                    |                         |                 |
| Zuurstofverzadiging        | %            | 1                                | 0                  | 3002                    | 80              |                      |              |                                  |                    |                         |                 |

## 5.4. Resultaten

### 5.4.1. Gemiddelden per watertype en geografische verspreiding

In Bijlage 5.1 zijn voor alle locaties de gemiddelde waarden van de maandelijkse metingen in ten minste één bemonsteringsjaar vermeld. De gemiddelde waarden per type zijn vermeld in Bijlage 5.2, samen met enkele eenvoudige toetsingen aan grenswaarden voor MEP's, GEP's en MTR-waarden. De belangrijkste resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 5.2. Daar er geen waarnemingen uit veensloten zijn gedaan ontbreken deze in de tabel.

In grote trekken is er een goede overeenstemming tussen het (ingelaten) water uit de Rijn, Lek en Maas en de samenstelling van het water in de sloten en kanalen in het kleigebied, inclusief het riviertje (de Linge).

Het gemiddelde doorzicht in de meeste watertypen komt goed overeen met dat van het ingelaten Rijnwater. Het geringe doorzicht in de beken heeft te maken met de geringe waterdiepte (bodembeding). Het doorzicht wordt o.a. bepaald door de hoeveelheid chlorofyl en de hoeveelheid zwevende stof. Ondanks de vrij hoge hoeveelheid hiervan in de smalle veenkanalen is het doorzicht hier toch nog vrij hoog.

Tabel 5.2 Jaargemiddelde waarden van geselecteerde fysische en chemische variabelen en chlorofyl-*a* voor de onderscheiden watertypen en de Rijn. **vet** = overschrijding GET/GEP, *cursief\** = voldoet aan GET/GEP.<sup>3</sup>

| watertype                          | Aantal       |               | licht                     |                        |                         | nutriënten               |                 |               |                |                      |             | oxidatie-reductie |                        |                       |                 |
|------------------------------------|--------------|---------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|---------------|----------------|----------------------|-------------|-------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|
|                                    | locaties     |               | *chlo-<br>rofyl<br>(µg/l) | *door-<br>zicht<br>(m) | zwev.<br>stof<br>(mg/l) | stikstof                 |                 |               |                | fosfaat              |             | N/P†<br>(at/at)   | sul-<br>faat<br>(mg/l) | zuur-<br>stof†<br>(%) | ijzer<br>(mg/l) |
|                                    | ijzer<br>(n) | overig<br>(n) |                           |                        |                         | NH4<br>.....<br>(mg N/l) | NO3<br>(mg N/l) | org.<br>..... | tot.†<br>..... | ortho<br>.. (mg P/l) | tot.†<br>.. |                   |                        |                       |                 |
| Afgedamde Maas bij Poederoijent†   | 1            | 1             | 9,7                       | -                      | 4,4                     | 0,09                     | 2,73            | 0,7           | 3,1            | 0,04                 | 0,04        | 196               | 53                     | 92                    | 0,2             |
| Maas bij Keizersveert†             | 1            | 1             | 5,0                       | 1,67                   | 10,9                    | 0,11                     | 3,40            | 0,5           | 3,8            | 0,10                 | 0,17        | 48                | 47                     | 86                    | 0,7             |
| Rijn bij Lobith‡                   | 1            | 1             | -                         | 0,68                   | 16,5                    | 0,05                     | 2,73            | 0,4           | 2,7            | 0,04                 | 0,14        | 43                | 58                     | 89                    | 0,7             |
| Rijn bij Lobith§                   | 1            | 1             | 5,3                       | 0,68                   | 18,1                    | 0,05                     | 2,72            | 0,5           | 3,3            | 0,07                 | 0,13        | 57                | 59                     | 95                    | 0,7             |
| Lek bij Nieuwegein‡                | 1            | 1             | -                         | 0,40                   | 30,6                    | 0,06                     | 2,70            | 0,6           | 3,0            | 0,05                 | 0,13        | 51                | 58                     | 79                    | 1,2             |
| bovenloop beek                     | 0            | 2             | 3,8                       | 0,25                   | 10,6                    | 0,03                     | 3,88            | 0,6           | 4,6*           | <0,05                | 0,03*       | 371               | 88                     | 66*                   | -               |
| zandsloot                          | 3            | 4             | 27,4                      | 0,65                   | 16,0                    | 0,15                     | 3,57            | 1,1           | <b>4,3</b>     | <0,05                | 0,12*       | 169               | 85                     | 55*                   | 2,7             |
| kleisloot                          | 14           | 19            | 14,6                      | 0,65                   | 16,1                    | 0,23                     | 2,20            | 1,0           | <b>2,7</b>     | 0,05                 | 0,14*       | 92                | 84                     | 50*                   | 1,4             |
| smal kleikanaal                    | 15           | 21            | 14,7                      | 0,71                   | 17,1                    | 0,29                     | 1,43            | 1,0           | 2,1*           | <0,05                | 0,13*       | 67                | 92                     | 49*                   | 1,0             |
| breed kleikanaal                   | 22           | 26            | 20,8                      | 0,60                   | 12,4                    | 0,29                     | 1,48            | 1,0           | 2,3*           | <0,05                | 0,12*       | 68                | 89                     | 47*                   | 1,0             |
| riviertje                          | 10           | 10            | 12,4                      | 0,66                   | 14,2                    | 0,19                     | 1,74            | 0,8           | 2,4*           | <0,05                | 0,11*       | 64                | 91                     | 53*                   | 0,6             |
| smal veenkanaal                    | 3            | 5             | 33,3                      | 0,72                   | 15,1                    | 0,60                     | 0,67            | 1,8           | 2,8*           | 0,07                 | <b>0,30</b> | 39                | 69                     | 53*                   | 1,0             |
| breed veenkanaal                   | 10           | 16            | 22,4                      | 0,68                   | 11,5                    | 0,35                     | 0,51            | 1,8           | 2,3*           | 0,09                 | <b>0,29</b> | 34                | 59                     | 64*                   | 0,9             |
| alle typen (excl. Maas, Rijn, Lek) | 77           | 103           | 18,3                      | 0,65                   | 14,3                    | 0,28                     | 1,57            | 1,1           | 2,5*           | 0,05                 | 0,16        | 68                | 83                     | 52*                   | 1,1             |

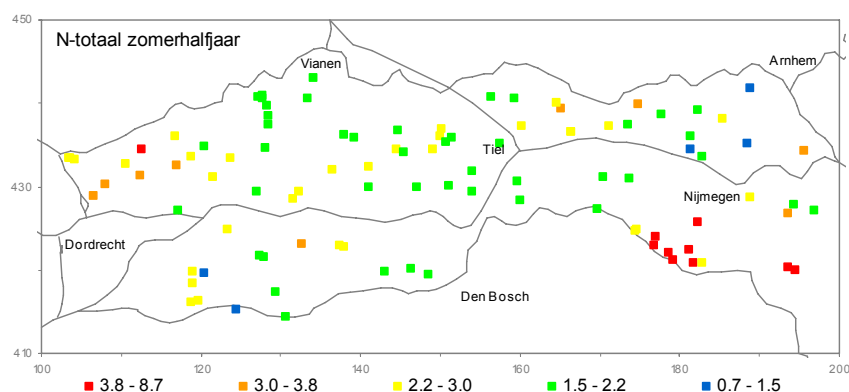
† = zomergemiddelden, ‡ = jaargemiddelden 2006-2008 (www.rwa-maas.org en RIWA-Maas ongepubl.), § = jaargemiddelden 2006-2008 (RIWA 2007-2009),  
!! = jaargemiddelden 2006-2008 (metingen Rijkswaterstaat), ! = innamepunt Brakel

De totale hoeveelheid stikstof is in de meeste watertypen gemiddeld hoog: in de beken en zandsloten worden de landelijke grenswaarden voor respectievelijk GET en GEP overschreden. Ook in de veenkanalen is het stikstofgehalte relatief hoog (Figuur 5.1). In deze kanalen komt relatief veel stikstof in organisch gebonden vorm voor, terwijl in de zand- en kleiwatervruchten de minerale fractie, vooral van nitraat, overheeft. In de wateren op zandgrond, zowel de beken als sloten, komen hoge concentraties nitraat voor.

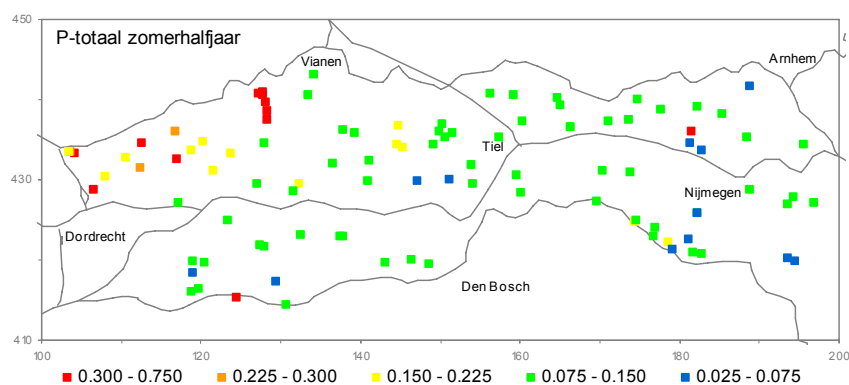
De concentraties van het voor algen en waterplanten opneembare ortho-fosfaat zijn heel vaak te laag om gedetecteerd te worden en zijn daarmee lager dan in het ingelaten rivierwater. De oorzaak hiervan ligt waarschijnlijk in de betrekkelijk hoge ijzerconcentraties (rond 0,8 mg/l) in het gebied. Met ijzer vormt fosfaat onoplosbare complexen, maar in zuurstofarm milieu verdringen de sulfiden het fosfaat weer uit deze complexen, waardoor het weer opneembaar wordt door de primaire producenten. Ondanks de eveneens hoge sulfaatconcentraties lijkt deze verdringing van fosfaat maar in beperkte mate plaats te vinden. De vastlegging van fosfaat wordt uiteraard ook bevorderd door de voortdurende toevoer (in elk geval in de winter) van ijzerrijk grondwater. In de veenkanalen zijn zowel de concentraties van ortho- en totaal fosfaat aanzienlijk hoger dan in de klei- en zandwateren (zie ook Figuur 5.2). Hierbij spelen waarschijnlijk zowel de hogere achtergrondbelasting in veengebieden en de afbraak van veen een rol (Griffioen e.a. 2010).

Door de hoge nitraatconcentraties en de lage fosfaatconcentraties in de beken en zandsloten zijn de N/P-verhoudingen (op atomaire basis) hier zeer hoog, wat erop duidt dat de plantengroei hier vooral door fosfaat wordt beperkt. In de overige wateren varieert de N/P-verhouding in het

<sup>3</sup> De meetlocatie in de Afgedamde Maas bij Poederoijen is het inlaatpunt van het Waterbedrijf Dunea, op ca 8 km van de hoofdstroom. In de Afgedamde Maas is de fosfaatconcentratie laag door ijzerdosering.



Figuur 5.1. Verdeling van de concentraties van totaal stikstof (mg N/l) in het gebied.



Figuur 5.2. Verdeling van de concentraties van totaal fosfaat (mg P/l) in het gebied.

## Seizoensveranderingen

zomerhalfjaar gemiddeld tussen 34 en 92, wat ook aangeeft dat er meestal sprake zal zijn van fosfaatbeperking.

In de periode januari-maart is de voeding door kwel van grond- en rivierwater en de netto-neerslag het grootst. In de maanden juli-september zijn deze invloeden het geringst en is de toevoer van rivierwater het grootst. Bovendien is in de zomerperiode de snelheid van biochemische processen als sulfaatreductie en (de)nitrificatie het grootst.

Het doorzicht is in de zomer groter dan in de winter, niet alleen doordat het gehalte aan zwevend stof in de winter hoger is dan in de zomer, maar ook door de hogere chlorofylconcentraties in de winter dan in de zomer (Tabel 5.3). Dit wordt veroorzaakt door chlorofylpieken, die al in maart voorkomen. Dat is waarschijnlijk een gevolg van het uitrijden van mest in februari en maart en verhoging van de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater door sterke afspoeling en ondiepe drainage in deze periode.

De gemiddelde concentraties van minerale stikstof zijn in de zomer 60% lager dan in de winter, o.a. door denitrificatie (De Klein 2008). De concentraties totaal fosfaat zijn in de meeste wateren in de zomer een kleine 20% lager dan in de winter, maar in de veenkanalen zijn ze in de zomer juist twee maal zo hoog als in de winter. Dit laatste heeft waar-

Tabel 5.3. Gemiddelde waarden van geselecteerde fysische en chemische variabelen en chlorofyl voor de onderscheiden watertypen in de winter (januari – maart) en de zomer (juli – september) over de jaren 2006 – 2009. Het aantal locaties met waarnemingen is voor ijzer minder dan voor de overige variabelen.

| periode                 | Aantal locaties |        | licht     |           |             | nutriënten |          |       |       |         |          |     |         | oxidatie-reductie |         |          |
|-------------------------|-----------------|--------|-----------|-----------|-------------|------------|----------|-------|-------|---------|----------|-----|---------|-------------------|---------|----------|
|                         |                 |        | chlorofyl | doorzicht | zweev. stof | stikstof   |          |       |       | fosfaat |          |     |         | N/P               | sulfaat | zuurstof |
|                         | ijzer           | overig |           |           |             | NH4        | NO3      | org.  | tot.  | ortho*  | tot.     | N/P | faat    |                   |         |          |
| watertype               | (n)             | (n)    | (µg/l)    | (m)       | (mg/l)      | .....      | (mg N/l) | ..... | ..... | ..      | (mg P/l) | ..  | (at/at) | (mg/l)            | (%)     | (mg/l)   |
| <i>januari - maart</i>  |                 |        |           |           |             |            |          |       |       |         |          |     |         |                   |         |          |
| bovenloop beek          | 0               | 1      | 3         | 0.23      | 6.9         | 0.04       | 4.3      | 0.4   | 4.7   | 0.03    | 0.03     | 419 | 64      | 79                |         |          |
| zandsloot               | 3               | 4      | 16        | 0.67      | 11.5        | 0.18       | 5.8      | 1.1   | 7.1   | 0.03    | 0.12     | 223 | 56      | 80                | 1.0     |          |
| kleisloot               | 14              | 19     | 17        | 0.54      | 16.4        | 0.26       | 3.9      | 1.1   | 5.3   | 0.05    | 0.18     | 122 | 52      | 82                | 1.7     |          |
| smal kleikanaal         | 15              | 20     | 11        | 0.49      | 22.1        | 0.43       | 2.1      | 1.0   | 3.6   | 0.03    | 0.19     | 62  | 52      | 83                | 1.6     |          |
| breed kleikanaal        | 21              | 24     | 14        | 0.53      | 14.1        | 0.36       | 2.3      | 1.0   | 3.7   | 0.03    | 0.14     | 77  | 51      | 85                | 1.4     |          |
| riviertje               | 9               | 11     | 7         | 0.59      | 13.5        | 0.27       | 2.3      | 0.8   | 3.4   | 0.03    | 0.13     | 67  | 54      | 89                | 0.8     |          |
| smal veenkanaal         | 3               | 5      | 48        | 0.45      | 18.9        | 0.60       | 1.1      | 1.9   | 3.6   | 0.03    | 0.22     | 47  | 68      | 73                | 1.4     |          |
| breed veenkanaal        | 10              | 16     | 49        | 0.58      | 15.1        | 0.37       | 1.0      | 1.9   | 3.3   | 0.04    | 0.16     | 51  | 84      | 88                | 1.3     |          |
| alle                    | 75              | 100    | 21        | 0.54      | 16.3        | 0.35       | 2.5      | 1.2   | 4.0   | 0.03    | 0.16     | 85  | 58      | 84                | 1.4     |          |
| <i>juli - september</i> |                 |        |           |           |             |            |          |       |       |         |          |     |         |                   |         |          |
| bovenloop beek          | 0               | 1      | 2         | 0.19      | 3.3         | 0.05       | 4.1      | 0.7   | 4.8   | 0.03    | 0.03     | 427 | 69      | 95                |         |          |
| zandsloot               | 2               | 4      | 31        | 0.57      | 25.6        | 0.10       | 2.3      | 1.1   | 3.5   | 0.04    | 0.16     | 145 | 53      | 77                | 0.7     |          |
| kleisloot               | 14              | 19     | 11        | 0.67      | 12.9        | 0.17       | 1.1      | 0.9   | 2.3   | 0.04    | 0.14     | 61  | 47      | 71                | 2.0     |          |
| smal kleikanaal         | 15              | 20     | 11        | 0.80      | 12.0        | 0.14       | 0.7      | 1.0   | 1.9   | 0.05    | 0.10     | 58  | 48      | 84                | 0.7     |          |
| breed kleikanaal        | 22              | 24     | 20        | 0.72      | 10.0        | 0.14       | 0.9      | 1.0   | 2.0   | 0.12    | 0.12     | 53  | 42      | 79                | 0.7     |          |
| riviertje               | 9               | 11     | 7         | 0.78      | 12.8        | 0.11       | 1.5      | 0.7   | 2.4   | 0.15    | 0.10     | 74  | 51      | 88                | 0.4     |          |
| smal veenkanaal         | 3               | 5      | 20        | 0.68      | 11.8        | 0.35       | 1.2      | 1.8   | 3.3   | 0.03    | 0.41     | 34  | 36      | 44                | 0.7     |          |
| breed veenkanaal        | 10              | 16     | 20        | 0.65      | 8.5         | 0.22       | 0.3      | 1.8   | 2.3   | 0.05    | 0.37     | 24  | 38      | 49                | 0.6     |          |
| alle                    | 76              | 100    | 15        | 0.71      | 11.7        | 0.16       | 1.0      | 1.1   | 2.3   | 0.07    | 0.17     | 59  | 45      | 73                | 0.9     |          |

schijnlijk te maken met de lage zuurstofgehalten en de intensieve sulfaatreductieprocessen. Samen met de afname van de ijzerconcentratie zorgen deze voor een verhoogde fosfaatbeschikbaarheid.

### 5.4.2. Verschillen tussen jaren

Op 58 locaties in verschillende watertypen zijn maandelijks monsters genomen in elk van de drie jaren 2006 – 2008. Voor elke variabele is voor elke locatie een gemiddelde waarde voor elk onderzoeksjaar berekend. Vervolgens zijn de verschillen tussen de jaren per type en voor alle vijf typen met waarnemingen en voor alle typen bij elkaar getoetst. Alle resultaten zijn vermeld in Bijlage 5.3 en Tabel 5.4 geeft hieruit een selectie.

De gemiddelde temperatuur en neerslag te De Bilt zijn eveneens opgenomen in Tabel 5.4. De jaren 2006-2008 zijn stuk voor stuk record-warme jaren, zoals ze sinds het begin van de waarnemingen in 1706 nog niet of nauwelijks zijn voorgekomen. In 2006 was de neerslag iets hoger dan normaal, 2007 was zeer nat en 2008 nat.

Statistisch gezien zijn er verschillen tussen de verschillende onderzoek-jaren, met name in de watertemperatuur. De verschillen in de watertemperatuur correleren niet heel goed met die in de luchttemperatuur. Tussen de fosfaat- en stikstoffracties in de verschillende jaren zijn geen significante verschillen. Het biochemisch zuurstofverbruik heeft een minimum in 2007. De concentraties van chroom, koper en zink lijken af te nemen. Mogelijk is er enige toename van cadmium. In verband met het grote aantal waarnemingen van chroom, zink en cadmium is reserve ten aanzien van de resultaten vereist. Waarschijnlijk hebben de verschillen

Tabel 5.4. Jaargemiddelde waarden van fysische en chemische variabelen en chlorofyl van 58 locaties uit zandsloten, kleislotten, kleikanalen en de Linge van 2006 tot en met 2008. De gemiddelde luchttemperatuur (normale waarde 9.8 °C) en neerslag (normale waarde 797 mm) zijn ontleend aan [www.knmi.nl](http://www.knmi.nl). **vet\*\*\*** = zeer significante verschillen ( $p < 0,001$ ) tussen de drie jaren, onderstreept\* = zwak significante verschillen ( $p < 0,05$ ).

| variabele                    | eenh.  | 2006        | 2007        | 2008            | variabele                | eenh.  | 2006                    | 2007                    | 2008                       |
|------------------------------|--------|-------------|-------------|-----------------|--------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Diepte                       | m      | 1,20        | 1,14        | 1,13            | Elektrisch gel. vermogen | mS/m   | 63                      | 64                      | 63                         |
| Temperatuur                  | °C     | <b>13,7</b> | <b>12,4</b> | <b>11,6 ***</b> | Ionic Ratio              | -      | 0,78 <sup>d</sup>       | 0,78                    | 0,78                       |
| Chlorofyl-a                  | µg/l   | 14,8        | 11,3        | 13,8            | Bicarbonaat              | mmol/l | 3,7                     | 3,9                     | 3,9                        |
| Doorzicht                    | m      | 0,58        | 0,64        | 0,65            | Carbonaat                | mmol/l | 0,07                    | 0,05                    | 0,05                       |
| Zwevende stof                | mg/l   | 13,9        | 14,7        | 14,7            | Chloride                 | mg/l   | <u>47</u>               | <u>42</u>               | <u>42 *</u>                |
| pH                           | -      | <u>7,7</u>  | <u>7,6</u>  | <u>7,7 *</u>    | Sulfaat                  | mg/l   | 49                      | 47                      | 49                         |
| Ammonium                     | mg N/l | 0,24        | 0,27        | 0,27            | Natrium                  | mg/l   | 27 <sup>d</sup>         | 28                      | 30                         |
| Nitraat                      | mg N/l | 1,71        | 2,06        | 1,70            | Kalium                   | mg/l   | 5 <sup>d</sup>          | 5                       | 5                          |
| Nitriet                      | mg N/l | 0,042       | 0,043       | 0,036           | Calcium                  | mg/l   | 85 <sup>d</sup>         | 85                      | 86                         |
| Kjeldahl stikstof            | mg N/l | 1,3         | 1,1         | 1,2             | Magnesium                | mg/l   | <u>10<sup>d</sup></u>   | <u>10</u>               | <u>11 *</u>                |
| Totaal stikstof              | mg N/l | 3,0         | 3,2         | 2,9             | IJzer                    | mg/l   | 0,9 <sup>f</sup>        | 0,9 <sup>e</sup>        | 0,9 <sup>g</sup>           |
| Orthofosfaat                 | mg P/l | 0,04        | 0,04        | 0,03            | Chroom                   | µg/l   | <b>1,0<sup>f</sup></b>  | <b>0,6<sup>e</sup></b>  | <b>0,5<sup>g</sup> ***</b> |
| Totaal fosfaat               | mg P/l | 0,11        | 0,14        | 0,15            | Nikkel                   | µg/l   | 3,0 <sup>f</sup>        | 3,1 <sup>e</sup>        | 3,1 <sup>g</sup>           |
| N/P                          | -      | 84          | 81          | 72              | Koper                    | µg/l   | <u>2,2<sup>f</sup></u>  | <u>2,1<sup>e</sup></u>  | <u>1,8<sup>g</sup> *</u>   |
| Bioch. zuurstofverbr. (5 dg) | mg/l   | <b>2,6</b>  | <b>2,0</b>  | <b>2,5 ***</b>  | Zink                     | µg/l   | <u>7,7<sup>f</sup></u>  | <u>5,8<sup>e</sup></u>  | <u>5,5<sup>g</sup> ***</u> |
| Zuurstof                     | mg/l   | 9,1         | 8,8         | 9,2             | Lood                     | µg/l   | <u>0,9<sup>f</sup></u>  | <u>0,7<sup>e</sup></u>  | <u>0,8<sup>g</sup> *</u>   |
| Zuurstofverzadiging          | %      | <u>87</u>   | <u>82</u>   | <u>84 *</u>     | Cadmium                  | µg/l   | <u>0,03<sup>f</sup></u> | <u>0,03<sup>e</sup></u> | <u>0,04<sup>g</sup> *</u>  |
|                              |        |             |             |                 | Luchttemperatuur De Bilt | °C     | 11,2                    | 11,2                    | 10,6                       |
|                              |        |             |             |                 | Neerslag De Bilt         | mm     | 807                     | 951                     | 881                        |

in de fysische en chemische omgeving tussen de verschillende jaren weinig consequenties voor de levensgemeenschappen.

## 5.5. Samenvatting

Op 103 van de 155 locaties zijn een of meer jaren maandelijks metingen van fysische en chemische variabelen. Het betreft variabelen die betrekking hebben op de hoeveelheid licht die voor plantengroei beschikbaar is (o.a. doorzicht en zwevende stof), voedingsstoffen (diverse stikstof- en fosfaatfracties) en oxidatie-reductievariabelen, zoals sulfaat, ijzer en zuurstof. De laatste zijn zowel van direct belang voor de fauna als indirect voor de plantengroei, daar ze van belang zijn voor de beschikbaarheid van voedingsstoffen. Daarnaast is chlorofyl-a gemeten, als maat voor de hoeveelheid fytoplankton. Chlorofyl neemt ook licht voor de groei van hogere planten en macro-algen weg.

In veensloten zijn geen waarnemingen gedaan. In grote trekken is er een goede overeenstemming tussen het (ingelaten) rivierwater en de samenstelling van het oppervlaktewater in het kleigebied. In de meeste watertypen is de totale hoeveelheid stikstof hoog: in de beken en zandsloten worden de landelijke grenswaarden voor respectievelijk GET (Goede Ecologische Toestand) en GEP (Goed Ecologisch Potentieel) overschreden.

De concentraties van het voor algen en waterplanten opneembare orthofosfaat zijn heel vaak te laag om gedetecteerd te worden en zijn daarmee lager dan in het ingelaten rivierwater. De oorzaak hiervan ligt waarschijnlijk in de betrekkelijk hoge ijzerconcentraties in het gebied. Met ijzer vormt fosfaat onoplosbare complexen, maar in zuurstofarm

milieu verdringen de sulfiden het fosfaat weer uit deze complexen, waardoor het weer opneembaar wordt door de primaire producenten.

In de veenkanalen zijn zowel de concentraties van ortho- en totaal-fosfaat aanzienlijk hoger dan in de klei- en zandwateren. Hier spelen de vaak hoge achtergrondbelasting in veengebieden en de afbraak van veen een rol. Het fosfaat wordt eerst in de onderwaterbodem vastgelegd, maar komt weer vrij bij de vaak lage zuurstofgehalten en intensieve sulfaatreductieprocessen in deze wateren. In de meeste wateren is sprake van fosfaatbeperking.

Het doorzicht van de meeste wateren is in de zomer (juli-september) groter dan in de winter, terwijl ook de chlorofylconcentraties in de winter (januari-maart) hoger zijn dan in de zomer, doordat er in maart al hoge chlorofylconcentraties kunnen zijn, door uit- en afspoeling van meststoffen. Zoals verwacht zijn de concentraties van minerale stikstof in de zomer lager dan in de winter, door een hogere snelheid van denitrificatie in de zomer.

Op 58 locaties zijn bepalingen verricht in elk van de drie onderzoeksjaren. Dit waren elk zeer warme jaren, met normale tot bovengemiddelde hoeveelheden neerslag. De gemeten watertemperaturen correleren niet heel goed met de verschillen in luchttemperatuur. Waarschijnlijk hebben de (geringe) verschillen tussen de verschillende jaren weinig consequenties voor de levensgemeenschappen.



NL\_09\_18\_03 (Linge en Kanalen Overbetuwe) Eldense Zeeg (smal kleikanaal)

## 6. Water- en oeverplanten

### 6.1. Methoden

#### 6.1.1. Veldonderzoek

Van de water- en oeverplanten (macrofyten) werden opnamen gemaakt in de jaren 2006-2008. Er zijn in beginsel aparte opnamen gemaakt van het open water en de natte oever. Hierbij is de natte oever het deel van de oever dat ligt tussen de hoogste en laagste waterstand. De zones zijn in de praktijk vaak lastig vast te stellen, mede door het onnatuurlijke peilregiem.

Als de opname van de natte oever ontbreekt, kan het zijn dat er wel een opname van de droge oever is gemaakt. In die gevallen is de natte oeverzone nauwelijks onderscheidbaar geweest en is de oever als geheel opgenomen. Wanneer er alleen een wateropname is gemaakt, dan zitten daar de natte oeversoorten ook in. Ook in die gevallen was het apart onderscheiden van een natte oever niet goed mogelijk. Dat is vooral in 2006 het geval geweest. In 2007 en 2008 is dan meestal een natte oever van 0,1 of 0,2 m opgenomen. De oever is steeds eenzijdig opgenomen, waarbij de best ontwikkelde zijde is gekozen (watergangen smaller dan 2 m zijn tweezijdig opgenomen). De wateropname beslaat meestal de gehele breedte van de watergang, maar in bredere watergangen soms maar de helft hiervan. Soms is in bredere watergangen een boot gebruikt en beslaat de opname wel de gehele breedte. In 2006 zijn trajecten van ongeveer 50 m lengte opgenomen, in 2007 en 2008 trajecten van 100m.

#### Soortensamenstelling

Bij het opnemen van de vegetatie (oever en water) zijn de water en oeverplanten genoteerd die nodig zijn voor de verschillende STOWA-

toetsen. Als uitgangspunt is de lijst van water- en oeverplanten uit Bijlage 1c van het stadswaterensysteem genomen (STOWA 2001), aangevuld met enkele exoten die zich pas recent in de wateren van het rivierenland hebben gevestigd, zoals parelvederkruid (*Myriophyllum aquaticum*), grote waternavel (*Hydrocotyle ranunculoides*) en dwergkroos (*Lemna minuta*). Daarnaast zijn ook de zittende zannichellia (*Zannichellia palustris* subsp. *palustris*) en niet tot op de soort gedetermineerde waterlelies (*Nymphaea* spec.) toegevoegd aan de STOWA-lijst.

Er is tijdens de opname geen onderscheid gemaakt tussen oever en waterplanten. ‘Droge soorten’, zoals witbol (*Holcus lanatus*), die niet in de lijst staan, zijn niet consequent genoteerd. Maar de brandnetel (*Urtica dioica*), die niet in de lijst staat, is waarschijnlijk wel consequent genoteerd.

Voor het determineren van de soorten hogere planten en varens is gebruik gemaakt van Van der Meijden (2005). Voor hierin opgenomen soorten waarvan de namen recent zijn veranderd zijn de in de STOWA-systemen vermelde oudere namen gebruikt.

De sterrenkroossoorten zijn steeds genoteerd als gewoon sterrenkroos (*Callitriche palustris*), maar het is niet uitgesloten dat er ook nog andere soorten van dit geslacht in de opnamen voorkomen. De determinaties van gewoon kransblad (*Chara vulgaris*), buigzaam glanswier (*Nitella flexilis*), stomp fonteinkruid (*Potamogeton obtusifolius*) en puntig fonteinkruid (*P. mucronatus*) zijn niet absoluut betrouwbaar, maar in de meeste gevallen waarschijnlijk wel goed.

Bij het maken van de opname is voor de schatting van de aantallen gebruik gemaakt van een variant van de Tansley-schaal, zoals weergegeven in Tabel 6.1.

Tabel 6.1. De gebruikte Tansley-schaal en transformaties daarvan.

| Code | Betekenis         | Omschrijving                                                                      | Transformaties |        |    |
|------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|----|
|      |                   |                                                                                   | Nominaal       | QB-wat | %  |
| s    | sporadic          | 1 plant                                                                           | 1              | 1      | 1  |
| r    | rare              | 2 tot 5 exemplaren                                                                | 1              | 1      | 1  |
| lo   | local occasional  | op 25 tot 50% van het traject af en toe een plant                                 | 1              | 1      | 1  |
| o    | occasional        | af en toe een plant                                                               | 2              | 1      | 2  |
| lf   | local frequent    | op 25 tot 50% van het traject regelmatig voorkomend (iedere 2 meter een plant)    | 3              | 1      | 3  |
| f    | frequent          | regelmatig voorkomend (iedere 2 meter een plant)                                  | 4              | 2      | 8  |
| la   | local abundant    | op 25 tot 50% van het traject, een duidelijke bedekker                            | 5              | 2      | 9  |
| a    | abundant          | een duidelijke bedekker                                                           | 6              | 2      | 15 |
| lc   | local co-dominant | op 25 tot 50% van het traject >25% bedekkend; met andere veel voorkomende soorten | 6              | 2      | 16 |
| ld   | local dominant    | op 25 tot 50% van het traject >50% bedekkend                                      | 7              | 3      | 22 |
| c    | co-dominant       | >25% bedekkend; met andere veel voorkomende soorten                               | 8              | 3      | 30 |
| d    | dominant          | >50% bedekkend                                                                    | 9              | 3      | 60 |

De opnamen zijn gemaakt in de periode van half mei tot eind oktober, in 2006 vooral van juni tot in september, in 2007 vooral vanaf medio mei tot in juli en in 2008 vooral in mei en juni.

#### Groeivormen (lagen)

De verschillende groeivormen (lagen) van waterplanten zijn aanpassingen om groeibeperkende (limiterende milieufactoren) het hoofd te bieden. In zoete wateren zijn dit met name waterdiepte (fluctuaties), licht en koolstof. Planten met groene delen boven de waterspiegel hebben in principe voldoende licht en koolstof (uit de lucht), maar moeten sterk in

de lengte groeien om de waterkolom te overbruggen en steunweefsel aanleggen om boven water te groeien. Ondergedoken waterplanten daarentegen, krijgen te weinig licht als het water troebel wordt, terwijl koolstof snel beperkend wordt door concurrentie met andere assimilerende organismen.

De verhouding tussen de verschillende groeivormen weerspiegelt daarom de voedselrijkdom, hydromorfologie en het successiestadium van een watersysteem. Veranderingen veroorzaakt door pressoren, zoals kanalisatie, peilregulering, waterverharding en eutrofiëring, hebben invloed op deze verhouding. Anderzijds hebben groeivormen een sterke invloed op het functioneren van het ecosysteem, doordat er functionele verschillen zijn, bijvoorbeeld als habitat en schuilplaats voor andere organismen en invloed op biochemische processen (Van den Berg e.a. 2004).

De onderscheiden groeivormen zijn vermeld in Tabel 6.2. Van elke groeivorm, behalve de oeverplanten, is in het veld het percentage bedekking geschat.

Tabel 6.2 Indeling van groeivormen (lagen) van water- en oeverplanten ('SNEFKO-variabelen') volgens Van den Berg e.a. 2004).

| Afk. | Groeivorm      | Omschrijving                                                                                                      | Voorbeelden                                                                                 |
|------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| S    | Submers        | Ondergedoken waterplanten die de waterkolom geheel of gedeeltelijk kunnen opvullen                                | Waterpest, sterrenkroos, schedefonteinkruid, grof hoornblad, groot blaasjeskruid, puntkroos |
| N    | Drijfbladeren  | Wortelende waterplanten met op het water drijvende bladeren                                                       | Gele plomp, waterlelie, veenwortel, kikkerbeet, rivierfonteinkruid                          |
| E    | Emers          | Boven het wateroppervlak uitstekende planten, beneden het gemiddelde laagwaterpeil wortelend in open water        | Riet, pijlkruid, lidsteng, grote waterweegbree, liesgras, kleine lisdodde                   |
| F    | Draadwier/flab | Drijvende of ondergedoken met het blote oog zichtbare algen ('floating algae beds')                               | Darmwier ( <i>Enteromorpha</i> )                                                            |
| K    | Kroos          | Drijvende plantjes die nauwelijks structuur onder de waterspiegel vormen, en een aaneengesloten dek kunnen vormen | Klein kroos, bultkroos, veelwortelig kroos, kroosvaren                                      |
| O    | Oeverplanten   | Begroeiing in de oeverzone, doorgaans tussen de gemiddeld laagste en gemiddeld hoogste waterlijn                  | Rietgras, gele lis, wolfspoot, waterzuring, valeriaan, harig wilgenroosje                   |

### 6.1.2. Voorbewerking

#### Administratieve correcties

In dit onderzoek zijn alle opnamen van het water, de natte en de droge oeverzones betrokken. De oude meetpuntnummers werden omgezet naar de recente, in dit rapport gebruikte locatienummers. Daarbij bleek zowel aan de oude meetpunten MNB0003 en NL09\_10\_01 het recente locatienummer NL09\_25\_03 te zijn toegekend. Na vergelijking van de topografische coördinaten werd de ene opname van meetpunt MNB00003 geschrapt. Er werden geen verschrijvingen of andere fouten in soortnamen geconstateerd.

#### Optellen opnamen uit verschillende zones

Eerst zijn de Tansley-codes van de taxa vertaald naar bedekkingspercentages, volgens Tabel 6.1. Als er van een locatie alleen een wateropname is, is dit percentage genomen. Als er aparte opnamen voor de waterzone en de natte oever zijn gemaakt is, daarvan een gemiddeld percentage genomen, gewogen naar de breedten van de beide zones, zoals die door de opdrachtgever zijn verstrekt. Van vier locaties waren wel natte oevers opgenomen, maar komen er geen waterplanten voor. Ook

hier is de procentuele abundantie van de taxa gewogen naar het aandeel van de water- en de natte oeverzone.

De opnamen uit de droge oeverzone zijn niet verder verwerkt, gezien de minder directe relatie met waterkwaliteits- en hydrologische variabelen.<sup>4</sup>

Niet consequent opgenomen soorten

In de ruwe soortenlijst van 228 taxa komen 64 taxa voor die niet consequent zijn opgenomen. Deze zijn bij de verdere verwerking buiten beschouwing gebleven. Het zijn in hoofdzaak landplanten, maar het gaat ook om enkele water- en moerasplanten, zoals watergras, rijstgras en bastaardpaardenstaart, die soms over het hoofd gezien kunnen zijn. Ook moeraswalstro en ruw walstro zijn niet consequent genoteerd. Er zijn ook enkele soorten bij, zoals fioringras, grote en geknikte vossenstaart en kruipende boterbloem, die weliswaar geen echte moerasplanten zijn, maar wel vaak in natte oevers zijn te vinden en in het gebied algemeen zijn.

Taxonomische homogenisering

De naamgeving van de vaatplanten volgt de Standaardlijst van de Nederlandse flora (Tamis 2003), die van de mossen en levermossen Siebel & During (2006) en die van de kranswieren [www.kranswieren.nl](http://www.kranswieren.nl).

Bij de draadwieren is het darmwier (*Enteromorpha*) in het veld van de overige draadwieren onderscheiden. In de bestanden van het Waterschap wordt de aanduiding 'Wierflab' gebruikt voor drijvende draadalg en de aanduiding '*Vaucheria species*' voor de ondergedoken draadalg. Deze beide categorieën zijn samengenomen en worden in het vervolg aangeduid als 'Flab'.

Bultkroos en klein kroos zijn in het veld niet altijd van elkaar te onderscheiden. Daarom zijn deze samengevoegd en worden verder aangeduid als 'gemengd kroos'. Daarbij is ook dwergkroos gerekend, dat pas in 2008 als zodanig is onderscheiden, nadat er gericht naar is gezocht.

Één waarneming (lage abundantie) van een ongedetermineerde waterlelie werd bij de witte waterlelie gevoegd, die in dezelfde opname voorkomt en algemeen is in het gebied. Eveneens werd een enkele waarneming van een niet nader gedetermineerd watervorkje bij het gewoon watervorkje gevoegd.

Een enkele waarneming van de wateraardbei is niet bij de verwerking betrokken. Het gaat om een onwaarschijnlijke vondst, die mogelijk betrekking heeft op een tuin- of siervijverplant.

Een waarneming van *Carex 'distans'* blijkt bij nader inzien betrekking te hebben op *Carex disticha* (tweerijige zegge) en is daartoe gerekend.

<sup>4</sup> Wel kan de vegetatie van de droge oever invloed hebben op de waterkwaliteit: het klepelen en niet afvoeren en de daarop volgende mineralisatie leidt uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater en tot verruiging van de oever. Dit wordt in de analyse verderop meegenomen door de factor 'begroeiing oever'.

### 6.1.3. Verwerking

Voor de univariate verwerking is gekozen voor groeivormenspectra, en Ecologische KwaliteitsRatio's (EKR) volgens de vigerende maatlatten voor de KRW.

#### Groeivormen – berekening

Alle aangetroffen soorten zijn in één of meer van groeivormen ingedeeld (kolom 'Laag' in Bijlage 6.1). Dat is niet eenvoudig, want dezelfde soort kan meerdere groeivormen hebben, bijvoorbeeld riet, een van de meest algemene soort in het gebied. De planten die altijd in het water staan behoren tot de emergente zone en de planten die altijd droge voeten hebben staan in de oeverzone. Daarbij is gebruik gemaakt gegevens uit Pot (2001), Van der Molen & Pot (200&), Van Dam & Wanink (2007), Van Dam (2009) en Preston & Croft (1997). Daarbij werden wij ten volle geconfronteerd met de verzuchtingen van de laatste auteurs<sup>5</sup>. Veel planten, die in de conceptmaatlatten van Van der Molen (2004) als oeverplanten worden genoemd voldoen eigenlijk niet aan de definitie in Tabel 6.2, zoals moerasandoorn en grote brandnetel, die toch meestal boven de waterlijn wortelen (Pot 2001).

Sommige veel voorkomende soorten, zoals mannagras, zijn in wezen oeverplanten, maar komen vaak ook als waterplant voor. Mannagras groeit behalve op de oever ook in dieper water en vormt dan bladen die geheel onder water blijven of alleen aan de top drijven (Pot 2001).

Naast de in deze tabel vermelde groeivormen zijn ook nog landplanten onderscheiden, zoals zwarte els, diverse soorten wilgen, kleeftkruid, gewone engelwortel en echte koekoeksbloem.

Voor elke groeivorm (laag) is de bedekking berekend door de bedekkingspercentages van de soorten binnen die groeivorm op te tellen. Wanneer plantensoorten en/of lagen in het veld over elkaar heen vallen kan de totale bedekking meer dan 100% zijn.

Als maat voor het verschil tussen de berekende en gemeten bedekking van de groeivormen van waterplanten is de 'Root mean squared error of prediction' (RMSEP) genomen (Wallach & Goffinet 1989). Deze maat voor het voorspellend vermogen en is gelijk aan de wortel van het gemiddelde van het kwadraat van de verschillen tussen de berekende en waargenomen bedekkingen. Hoe kleiner de RMSEP, hoe beter het voorspellend vermogen.

#### KRW-maatlatten

De scores op de desbetreffende KRW-maatlatten zijn berekend met het programma QBwat versie 4.17 (Pot 2008). De gebruikte maatlatten zijn die van Van der Molen & Pot (2007) voor de natuurlijke typen en die van Evers e.a. (2007) voor de sloten en kanalen.

Voor de abundanties van de soorten zijn de berekende bedekkingspercentages gebruikt. Het programma vraagt om de abundanties om te zetten naar drie klassen. Daarvoor geven Van den Berg e.a. (2004) een

<sup>5</sup> Aquatic vascular plants form an ecological rather than a taxonomic group, and cannot be defined with any degree of precision. The boundary between the land and the water fluctuates from day to day, season to season and year to year. The difficulties of definition are compounded by the fact that many species are adapted to their life in the boundary zone, where predictable or unpredictable changes in water-level reduce the competition from larger but more specialized terrestrial or aquatic plants.

schaal, maar hier komen de codes s en ld uit Tabel 6.1 niet voor. Er zijn daarom totaalscores uitgerekend met verschillende grenswaarden: enerzijds 5 en 20 en anderzijds 10 en 50. De verschillen tussen beide methode zijn minimaal: in 70% van de gevallen is er geen verschil, in 27% van de gevallen is het verschil 0,001-0,049 en in 3% van de gevallen 0,050-0,095 EKR-eenheden. Er is gekozen voor de schaal uit Tabel 6.1.

Voor de groeivormen zijn gemeten bedekkingspercentages gebruikt. De oeverbegroeiing is alleen relevant in de stromende wateren van de typen R4, R5 en R6 en de laagveenplas (M27). In het laatste geval betreft het begroeiing die wordt gedomineerd door riet, kleine lisdodde, mattenbies en andere moerassoorten. Hiervoor is het berekende percentage van de oeverbegroeiing gebruikt. Voor de genoemde typen van stromende wateren is het percentage van de oeverzone in het hele waterlichaam dat wordt begrensd door bos van belang. Dit is geschat vanaf de topografische kaarten met schaal 1 : 25 000.

## Ordinatie

### *Achtergrond*

Om inzicht te krijgen in de verschillen in soortensamenstelling van de locaties en de veranderingen daarin in de loop der tijd, is gebruik gemaakt van ordinatie, een multivariate statistische methode.

Men kan zich een n-dimensionale vectorruimte voorstellen waarin een vegetatieopname wordt weergegeven als een punt, met als coördinaten de hoeveelheid van elk van de n soorten op n assen van deze vectorruimte. Alle opnamen samen vormen dan een meer of minder grillige puntenwolk.

Door het analyseprogramma wordt nu een eerste as door deze ruimte berekend, waarop de punten van de opnamen als punten worden geprojecteerd, op een zodanige manier dat de door deze as verklaarde variatie zo groot mogelijk is. Daarna wordt, loodrecht op de eerste as, een tweede as berekend, die zo goed mogelijk de resterende variatie verklaart. Samen vormen de twee assen een plat vlak, waarin de opnamen worden geprojecteerd. Zo kunnen ook derde, vierde, etc. assen worden berekend. De posities van de opnamen op de assen worden weergegeven met scores. Vervolgens wordt door het programma ook berekend wat het belang is van de verschillende soorten op deze assen: iedere soort krijgt een score op elke as. Ook voor de soorten kunnen de scores op de eerste twee assen in een plat vlak worden weergegeven.

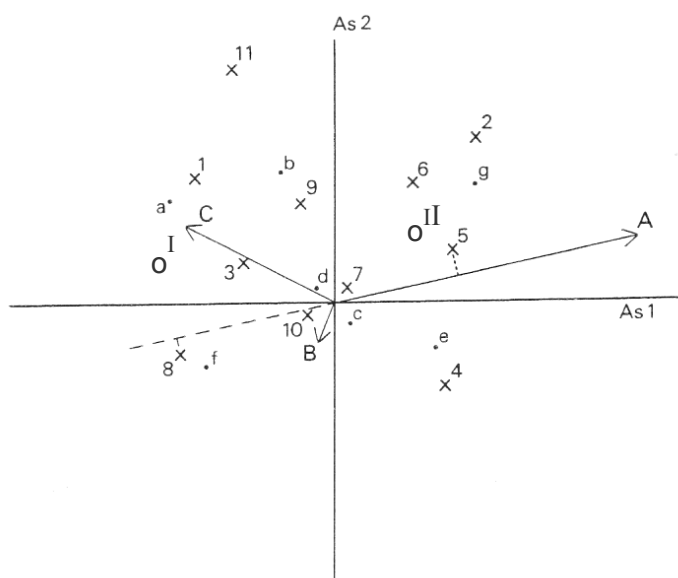
De gezamenlijke grafische voorstellingen van de scores van opnamen en soorten worden 'biplot' genoemd: er is uit af te leiden welke soorten in welke monsters belangrijk zijn. Figuur 6.1 geeft een voorbeeld voor een 'detrended' correspondentie-analyse (DCA).

In de opnamen 7 en 10 komen alleen gewone soorten voor. Deze liggen daarom dicht bij de oorsprong van het assenstelsel in Figuur 6.1. De gewone soorten (c en d) hebben hun optimum in het centrum van het diagram of zijn wijd verspreid en zijn daardoor onafhankelijk van de assen<sup>6</sup>. Soortenarme opnamen of opnamen met een afwijkende soorten-samenstelling liggen ver van de oorsprong (bijvoorbeeld nr. 11).

De correlaties van kwantitatieve milieuvariabelen (A, B en C) zijn als een punt in het assenstelsel afgebeeld en in Figuur 6.1 door een lijn met

<sup>6</sup> N.B. Dit geldt voor correspondentie-analyse (DCA), bij principale componenten-analyse (PCA) liggen de meest voorkomende soorten juist ver van de oorsprong!

de oorsprong verbonden. Stelt men zich deze lijn voor als een pijl met de basis in de oorsprong van het assenstelsel, dan wijst de pijl in de richting van de sterkste toename van de invloed van de betrokken milieuvariabele in het diagram. Hoe langer de pijl, hoe groter de invloed van de betrokken variabele. De waarde van een belangrijke variabele voor een opname wordt gevisualiseerd door de loodrechte projectie van de opnamen (bijvoorbeeld 5) op de pijl of de denkbeeldige voortzetting daarvan naar beide zijden (bijvoorbeeld 8). Om de diagrammen in dit rapport niet te ingewikkeld te maken zijn de lijnen achterwege gelaten en alleen de punten van de pijlen aangegeven.



Figuur 6.1. Voorbeeld van een ordinatiediagram. Op de assen zijn de scores van de opnamen (x), aangeduid met nummers, en de soorten (.), aangeduid met kleine letters, uitgezet. De kwantitatieve milieuvariabelen (aangeduid met hoofdletters) zijn als pijlen en de kwalitatieve milieuvariabelen zijn als rondjes weergegeven.

Kwalitatieve milieuvariabelen (I en II) worden afgebeeld als centroïden. Die worden bepaald door de gemiddelden van de scores van de opnamen waarin de betreffende variabele voorkomt.

Uit de grafiek kan worden afgelezen dat milieuvariabele A voor opname 5 erg belangrijk is en dat de soorten e en g er veel in zullen voorkomen. De soort a is in dit monster minder belangrijk. Ook komt de gewone soort c er waarschijnlijk nog veel in voor.

Soorten vertonen ten opzichte van milieufactoren meestal een unimodale respons: dat wil zeggen dat de soort maximaal voorkomt bij zijn optimum. Hoe verder de omstandigheden van het optimum zijn verwijderd, hoe minder de soort voorkomt. Bij een relatief korte milieugradient is de respons van de soort (schijnbaar) lineair. In dit geval is hoofdcomponentenanalyse (principale componentenanalyse of PCA) de meest geschikte ordinatiemethode. Bij een langere milieugradient (grote variatie in habitats) is 'detrended correspondence analysis' (DCA) een geschikte analysemethode. Ter Braak & Šmilauer (2002) geven als grens tussen een lange en een korte gradient 4 SD aan, maar Van Katwijk & Ter Braak (2003) leggen de grens bij 2 SD. Wij hebben de grens bij ca 3 SD gelegd.

Voorafgaande aan de berekeningen zijn de procentuele hoeveelheden van de soorten weer teruggebracht naar de nominale schaal van Tabel 6.17. De berekeningen zijn uitgevoerd met het programma Canoco 4.5 (Ter Braak & Šmilauer 2002). Er is grotendeels gewerkt met de standaardinstellingen, behalve dat er steeds is gekozen voor de optie 'downweighting of rare species'. Door deze optie wordt het belang van soorten die maar in enkele opnamen voorkomen verminderd.

Voor de ordinaties zijn alleen de water- en oeverplanten gebruikt: de landplanten zijn dus niet meegenomen. Verder zijn soorten die slechts in een of twee opnamen zijn aangetroffen buiten beschouwing gelaten.

Er zijn drie ordinaties uitgevoerd: één voor alle opnamen samen, één voor de opnamen uit de kleislotten en –kanalen (inclusief de Linge) en één voor de veensloten en –kanalen. Er zijn onvoldoende opnamen voor een aparte ordinatie voor de wateren op zandgrond (beken en sloten).

### *Correlaties met omgevingsvariabelen*

Binnen het programmapakket Canoco bestaat de mogelijkheid om de ordinatie zo uit te voeren dat de assen van de soortensamenstelling een zo hoog mogelijke correlatie hebben met de gemeten omgevingsvariabelen (z.g. canonische correspondentieanalyse of CCA). Daartoe moeten de omgevingsvariabelen wel voor alle opnamen bekend zijn.

Omdat dit laatste niet het geval is, zijn steeds product-moment-correlatiecoëfficiënten berekend tussen de scores van de opnamen op de eerste vier assen enerzijds en het jaar van opname en de beschikbare kwantitatieve hydromorfologische, landschappelijke, fysische en chemische gegevens anderzijds.

Behalve correlaties van de eerste vier assen met de gebruikelijke jaar- en zomergemiddelden van de fysische en chemische variabelen zijn ook correlaties met de gemiddelden van de metingen in het eerste (winter) en derde (zomer) kwartaal berekend, om enigszins recht te doen aan de grote variatie in de seizoenen. Om een indruk te krijgen van de betekenis van de grootte van de variaties voor de verspreiding van de macrofyten zijn ook nog de correlaties tussen de assen en de verschillen tussen de metingen van het winter en zomerkwartaal en ook die tussen de assen en de quotiënten van de winter- en zomermetingen berekend.

Bij scheve verdelingen zijn de milieuvariabelen eerst logaritmisch getransformeerd. De significanties van de gevonden correlaties zijn getoetst (Pearson & Hartley 1966). Deze significanties hebben meer een oriënterende dan een absolute betekenis, daar ze betrekking hebben op de verschillen in de scores van de opnamen per as van de ordinatie en niet op de positie van de opnamen in hun totaliteit.

Verder zijn de correlaties van de assen met de bedekkingspercentages van de verschillende groeivormen (lagen) en de voorkomende aantallen soorten berekend en getoetst.

### *Interpretatie*

De meest voorkomende soorten liggen bij DCA in de buurt van de oorsprong, de minder algemene soorten aan de rand van het diagram.

---

<sup>7</sup> Dit is vooral van belang voor de taxa waarin soorten bij elkaar zijn opgeteld (zoals voor gemengd kroos). Voor de overige taxa worden in feite de in het veld opgenomen nominale abundanties gebruikt.

Voor de weergave in de ordinatie-diagrammen zijn steeds de twee meest informatieve assen gekozen. Dat zijn, behalve steeds de eerste as, een andere as, die een zo groot mogelijke correlatie heeft met de gekozen hydromorfologische, chemische en fysische variabelen.

De resultaten van de ordinaties worden gepresenteerd in diagrammen met daarin de rangschikking van de (groepen van) opnamen en de belangrijkste (groepen van) soorten. In aparte diagrammen worden de correlaties met milieuvariabelen aangegeven. Voor de interpretatie kunnen deze diagrammen over elkaar heen gedacht worden. Daardoor wordt duidelijk bij welke groepen van opnamen en soorten de waarden van de betreffende milieuvariabelen horen.

Om de resultaten overzichtelijk weer te kunnen geven zijn de bij de ordinatie van alle opnamen gebruikte soorten ingedeeld in 13 ecologische groepen, waarbij de groeivorm, voedselrijkdom en beschikbaarheid van vocht (voor de oeverplanten) als criteria zijn gebruikt. Voor de toekenning van de soorten aan de groepen is gebruik gemaakt van de ecologische opmerkingen van Weeda e.a. (1985-1994), Ellenberg e.a. (2001) en Pot (2001). Het blijkt moeilijk te zijn om de soorten eenduidig aan deze groepen toe te kennen, zodat deze enigszins arbitrair is, zoals eigenlijk bij elke indeling van water- en moerasplanten het geval is.

## 6.2. Resultaten

### 6.2.1. Opnamen

In totaal zijn er 153 locaties met 168 opnamen van macrofyten (Bijlage 2.1). Tabel 6.3 geeft een overzicht van de verdeling over de jaren en maanden. De meeste opnamen zijn gemaakt in het jaar 2007. De meest voorkomende maand is juni (57 opnamen), in de andere voorjaars- en zomermaanden zijn steeds 22 – 35 opnamen gemaakt. In 2006 zijn vier opnamen in oktober gemaakt. Voor de verdere verwerking zijn deze bij september van dat jaar gerekend. Op 15 locaties in verschillende typen zijn opnamen in twee verschillende jaren gemaakt.

Tabel 6.3 Aantallen opnamen per periode per watertype voor de water- en oeverplanten.

| Type             | 2006 |     |     |     |     |     | 2007 |     |     |     |     | 2008 |     |     |     | 2006 | 2007 | 2008 | 2006-8 |
|------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|------|------|--------|
|                  | mei  | jun | jul | aug | sep | okt | mei  | jun | jul | aug | sep | mei  | jun | jul | aug |      |      |      |        |
| bovenloop beek   |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     | 2    |     |     |     |      |      | 2    |        |
| zandsloot        |      |     |     |     | 5   |     | 1    |     |     |     |     |      |     |     |     | 5    | 1    | 6    |        |
| kleisloot        | 1    | 3   |     | 2   | 8   |     | 8    | 4   | 2   | 1   |     | 1    | 2   | 2   |     | 14   | 15   | 34   |        |
| smal kleikanaal  |      | 3   |     |     | 7   |     | 2    | 6   | 8   | 4   |     |      | 8   | 1   |     | 10   | 20   | 39   |        |
| breed kleikanaal |      | 5   |     | 3   | 6   |     | 4    | 9   | 2   |     |     | 1    | 3   | 1   | 2   | 14   | 15   | 36   |        |
| riviertje        |      |     |     |     |     |     | 1    | 8   | 8   |     |     |      | 1   | 1   |     |      | 17   | 19   |        |
| veensloot        |      |     |     |     | 1   |     | 2    | 1   |     |     |     |      |     |     |     | 1    | 3    | 4    |        |
| smal veenkanaal  |      |     |     |     |     | 2   | 1    | 1   | 1   | 2   |     |      |     |     |     | 2    | 5    | 7    |        |
| breed veenkanaal |      | 1   |     |     | 2   | 2   | 3    | 2   |     | 5   | 6   |      |     |     |     | 5    | 16   | 21   |        |
| alle typen       | 1    | 12  | 0   | 5   | 29  | 4   | 22   | 31  | 21  | 12  | 6   | 4    | 14  | 2   | 5   | 51   | 92   | 168  |        |

## 6.2.2. Samenstelling groeivormen

De verdeling van de groeivormen over de watertypen is vermeld in Tabel 6.4. Behalve de in het veld opgenomen percentages zijn ook de percentages vermeld, zoals die zijn berekend als de som van de procentuele abundanties van de afzonderlijke soorten, uitgesplitst naar groeivorm, voor alle waterplanten samen, voor de oever- en landplanten en voor alle planten.

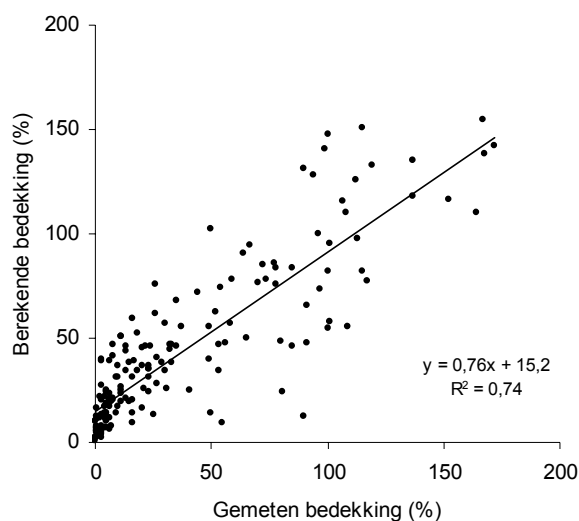
Tabel 6.4 Gemiddelde en totale bedekkingspercentages van groeivormen (lagen).

|                                   |                 | zandgrond |         | kleigrond |           |            |        | veengrond |           |            | alle grondsoorten |      |      | alle breedten |           |            |       | alle gronds. en breedten |
|-----------------------------------|-----------------|-----------|---------|-----------|-----------|------------|--------|-----------|-----------|------------|-------------------|------|------|---------------|-----------|------------|-------|--------------------------|
|                                   |                 | be-ken    | slo-ten | slo-ten   | smal kan. | breed kan. | Lin-ge | slo-ten   | smal kan. | breed kan. | zand              | klei | veen | sloot, beek   | smal kan. | breed kan. | Linge |                          |
|                                   | aantal locaties | 2         | 5       | 30        | 36        | 31         | 18     | 4         | 7         | 20         | 7                 | 115  | 31   | 41            | 43        | 51         | 18    | 153                      |
| groeivorm                         | aantal opnamen  | 2         | 6       | 34        | 40        | 35         | 19     | 4         | 7         | 21         | 8                 | 128  | 32   | 46            | 47        | 56         | 19    | 168                      |
| ondergedoken planten              |                 | 18        | 44      | 32        | 19        | 3          | 5      | 26        | 5         | 3          | 38                | 16   | 6    | 33            | 17        | 3          | 5     | 15                       |
| flab                              |                 | 1         | 4       | 21        | 13        | 3          | 5      | 7         | 11        | 1          | 3                 | 11   | 4    | 16            | 12        | 2          | 5     | 9                        |
| drijvende planten                 |                 | 0         | 2       | 3         | 5         | 3          | 2      | 11        | 15        | 13         | 2                 | 3    | 13   | 4             | 6         | 7          | 2     | 5                        |
| kroos                             |                 | 0         | 4       | 9         | 2         | 1          | 2      | 14        | 8         | 2          | 3                 | 4    | 5    | 8             | 3         | 2          | 2     | 4                        |
| emerse planten                    |                 | 35        | 12      | 4         | 2         | 4          | 1      | 6         | 8         | 7          | 18                | 3    | 7    | 7             | 3         | 5          | 1     | 5                        |
| gemeten bedekking waterplanten    |                 | 53        | 66      | 69        | 40        | 14         | 15     | 63        | 47        | 26         | 63                | 37   | 35   | 67            | 41        | 19         | 15    | 38                       |
| berekende bedekking waterplanten  |                 | 11        | 58      | 67        | 48        | 23         | 23     | 56        | 58        | 47         | 47                | 42   | 50   | 62            | 49        | 32         | 23    | 44                       |
| berek. bed. oever- en landplanten |                 | 2         | 7       | 2         | 3         | 5          | 5      | 3         | 2         | 17         | 6                 | 3    | 12   | 3             | 3         | 9          | 5     | 5                        |
| berekende bedekking alle planten  |                 | 13        | 66      | 69        | 51        | 27         | 28     | 59        | 60        | 64         | 52                | 46   | 62   | 65            | 52        | 41         | 28    | 49                       |

De correlatie tussen de gemeten en berekende bedekking is groot, maar lage bedekkingen in het veld worden bij de berekening overschat en hoge bedekkingen in het veld worden bij de berekening juist onderschat (Figuur 6.2). De RMSEP bedraagt 19,1 %.

De gemiddelde gemeten en berekende bedekking van de waterplanten komt in het algemeen goed overeen, behalve voor de beken, waarvan slechts twee opnamen beschikbaar zijn.

De bedekking van de waterplanten neemt binnen elke grondsoort af met toenemende breedte van het water. Dat komt vooral door de ondergedoken waterplanten, die zich in de luwere kleine wateren (sloten) het best ontwikkelen. Ook flab en kroos ontwikkelen zich in de sloten en smalle



Figuur 6.2 Relatie tussen de in het veld gemeten en de op basis van de soorten-samenstelling berekende bedekking van de waterplanten

kanalen beter dan in de brede kanalen en de Linge. De drijfslaag is het grootst in de smalle en brede kanalen. Voor de emerse planten lijken de dimensies weinig uit te maken. De bedekking van oever- en landplanten is het hoogst in de brede kanalen.

Daarnaast zijn er verschillen tussen klei en veen. Op klei hebben de ondergedoken planten en flab duidelijk een grotere bedekking dan op veen en voor de drijvende planten is dat net omgekeerd. De bedekking van de oever- en landplanten is op het veen duidelijk hoger dan op de klei. Door het geringe aantal wateren op zandgrond zijn eventuele verschillen met klei en veen moeilijk na te gaan.

De relatie tussen de groeivormensamenstelling en het onderhoud is vermeld in Bijlage 6.2 en samengevat in Tabel 6.5. Alleen van de onderhoudsmethoden 'varen en niet afvoeren' (var) en 'maaikorf en klepelen en niet afvoeren' (mak) zijn er voldoende opnamen om uitspraken te kunnen doen over de samenhang tussen de methoden en de hoeveelheid van de verschillende groeivormen. Heel duidelijk is dat bij de methode mak de bedekking van de submerse laag hoger is dan bij de methode var, wat ook in de lijn der verwachting ligt. Bij de methode mak is overigens de bedekking van alle lagen (dus ook de oeverplanten) hoger dan bij de methode var, wat niet meteen voor de hand ligt. Van wateren op zand- en veenondergrond zijn nauwelijks voldoende gegevens over het onderhoud bekend om betrouwbare uitspraken over te kunnen doen. Het lijkt alsof kroos en andere drijfbladplanten in verhouding veel voorkomen in veensloten die varende geschoond worden. Kroos komt ook veel voor langs Linge-oeveren met natuurvriendelijk onderhoud.

De gemiddelde procentuele hoeveelheid van alle groeivormen samen is het hoogst in wateren die drie maal per jaar worden geschoond. Maar oorzaak en gevolg zijn hier natuurlijk volstrekt onduidelijk. Voor de bedekking van de kleisloten lijkt het niet veel uit te maken of ze nu twee of drie maal per jaar worden geschoond, maar het aantal opnamen dat drie maal 's jaars worden geschoond is eigenlijk te gering voor solide uitspraken hierover.

**Tabel 6.5** Relatie tussen groeivormensamenstelling en onderhoud. Weergegeven zijn het aantal opnamen per onderhoudsvorm en onderhoudsfrequentie (aantal maaibeurten per jaar) per watertype en het gemiddelde bedekkingspercentage van de verschillende groeivormen daarin. Afv. = maaikorf en afvoeren, nvm = natuurvriendelijk, maaien en afvoeren, mak = maaikorf en klepelen en niet afvoeren, var = varen en niet afvoeren, vkl = varen en klepelen en niet afvoeren.

|                | Methode |     |     |     |     |      | Frequentie |    |    |    |      |
|----------------|---------|-----|-----|-----|-----|------|------------|----|----|----|------|
|                | afv     | nvm | mak | var | vkl | alle | 1          | 2  | 3  | 5  | alle |
| aantal opnamen | 1       | 5   | 31  | 73  | 4   | 114  | 6          | 47 | 13 | 15 | 81   |
| submers        | 70      | 2   | 32  | 13  | 2   | 18   | 16         | 23 | 33 | 8  | 21   |
| flab           | 1       | 18  | 16  | 8   | 1   | 10   | 0          | 12 | 15 | 9  | 11   |
| kroos          | 1       | 4   | 3   | 4   | 1   | 3    | 2          | 5  | 2  | 1  | 3    |
| drijfblad      | 1       | 1   | 4   | 4   | 4   | 4    | 4          | 4  | 2  | 8  | 4    |
| emers          | 1       | 1   | 6   | 4   | 3   | 4    | 2          | 4  | 4  | 6  | 4    |
| oever          | 5       | 6   | 3   | 2   | 1   | 3    | 2          | 2  | 3  | 3  | 2    |
| landplanten    | 1       | 1   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0          | 0  | 0  | 1  | 0    |
| alle lagen     | 74      | 26  | 62  | 33  | 10  | 40   | 23         | 47 | 55 | 33 | 44   |

### 6.2.3. Soortensamenstelling

Na taxonomische homogenisering en verwijdering van niet-consequent gedetermineerde soorten zijn in totaal 157 soorten aangetroffen, die zijn vermeld in Bijlage 6.2. Hierin zijn ook de toegekende groeivormen van de soorten vermeld, naast de frequenties in (groepen van) watertypen en de totale berekende gemiddelde procentuele hoeveelheid. Tabel 6.6 geeft hiervan een samenvatting. Hierin zijn alle soorten ondergedoken waterplanten, kroos, flab en drijvende waterplanten vermeld die ten minste in één watertype een frequentie van minimaal 10% bereiken. Per groeivorm zijn de soorten zodanig gerangschikt dat een zo goed mogelijke diagonaalstructuur ontstaat.

Van de emerse en oeverplanten zijn de soorten vermeld die ten minste in één watertype een frequentie van minimaal 45% bereiken.

#### Algemene waterplanten

Vrijwel alle aangetroffen soorten zijn in Nederland vrij algemeen tot zeer algemeen en kenmerkend voor (zeer) voedselrijke wateren en oevers. De meest voorkomende ondergedoken waterplant is smalle waterpest, die in de helft van de opnamen voorkomt en daarin een gemiddelde bedekking van 6,6% bereikt. Andere veel voorkomende ondergedoken soorten zijn grof hoornblad en sterrenkroos. Deze soorten zijn goed bestand tegen schonen met een veegboot. Dat is met de fonteinkruiden minder het geval (Pot 2001).

Ook flab komt zeer veel voor. Met een gemiddelde bedekking van 7,1% is dat de meest abundante 'soort'. De verschillende kleine kroossoorten komen in driekwart van de opnamen voor en zijn goed voor 3,3% bedekking. Van de drijvende waterplanten is de gele plomp in meer dan de helft van de opnamen aanwezig, waarin 4,6% van het wateroppervlak wordt bedekt. Deze soort is goed bestand tegen schonen met de maaiboot (Pot 2001). Veenwortel is in bijna de helft van de opnamen aanwezig. Kikkerbeet komt eveneens vrij veel voor, maar wordt daarbij slechts zelden begeleid door de krabbenscheer. Het water is daarvoor waarschijnlijk te rijk aan sulfaat. De laatste soort kan daardoor bij inlaat van rivierwater acuut afsterven (Roelofs 1991).

#### Algemene emerse en oeverplanten

Van de emerse waterplanten komt liesgras in driekwart van de opnamen voor. De soort is kenmerkend voor zeer voedselrijke wateren en goed bestand tegen meerdere malen per jaar maaien (Pot 1991). Ook riet (frequentie 52%) en grote egelskop (43%) zijn zeer algemeen. Een drietal zeggesoorten is zeer algemeen. Scherpe zegge (54%) groeit vooral langs voedsel- en vooral basenrijk water. 'Stukken met scherpe zegge worden vaak afgewisseld met stukken waarin liesgras of rietgras domineert. Als riet wordt verstikt door te veel aanspoelsel en ophoping van eigen bladafval kan scherpe zegge de dominantie soms overnemen' (Pot 2001). Hoge cyperzegge (22%) is een pioniersoort van natte, voedselrijke bodem, meestal humeus en zuurstofloos, waardoor deze ook veel ammoniak en waterstofsulfide kan bevatten. Moeraszegge (18%) is een soort van voedselrijke, maar vooral basenrijke wateren en moerassige laagten, die af en toe onder water lopen (Pot 2001).

De emerse waterplanten duiden dus op voedselrijke omstandigheden, met ophoping van organisch materiaal, waarbij toxische verbindingen als ammoniak en waterstofsulfide vrijkomen.

Tabel 6.6 Frequentiepercentages van de meest algemene plantensoorten per (groep) van watertype(n). In de laatste kolom is de berekende gemiddelde procentuele bedekking voor alle opnamen vermeld. De drie hoogste frequenties zijn voor elke soort onderstreept.

|                           | zandgrond  |             | kleigrond   |              |               |            | veengrond   |              |               | alle breedten |      |      | alle grondsoorten |              |               |            | alle gronds.                |      |                                  |
|---------------------------|------------|-------------|-------------|--------------|---------------|------------|-------------|--------------|---------------|---------------|------|------|-------------------|--------------|---------------|------------|-----------------------------|------|----------------------------------|
|                           | be-<br>ken | slo-<br>ten | slo-<br>ten | smal<br>kan. | breed<br>kan. | Lin-<br>ge | slo-<br>ten | smal<br>kan. | breed<br>kan. | zand          | klei | veen | beek,<br>sloot    | smal<br>kan. | breed<br>kan. | Lin-<br>ge | en breedten<br>freq. abund. |      |                                  |
| aantal locaties           | 2          | 5           | 30          | 36           | 31            | 18         | 4           | 7            | 20            | 7             | 115  | 31   | 41                | 43           | 51            | 18         | 153                         | 153  |                                  |
| aantal opnamen            | 2          | 6           | 34          | 40           | 35            | 19         | 4           | 7            | 21            | 8             | 128  | 32   | 46                | 47           | 56            | 19         | 168                         | 168  |                                  |
| groeivorm                 | 11         | 20          | 19          | 23           | 19            | 21         | 27          | 23           | 24            | 18            | 20   | 24   | 19                | 23           | 21            | 21         | 21                          | 21   | wetenschappelijke                |
| soort bed. waterpl. (%)   | 11         | 58          | 67          | 48           | 23            | 23         | 56          | 58           | 47            | 47            | 42   | 50   | 62                | 49           | 32            | 23         | 44                          | 43,9 | naam                             |
| Ondergedoken waterplanten |            |             |             |              |               |            |             |              |               |               |      |      |                   |              |               |            |                             |      |                                  |
| Naaldwaterbies            | -          | 17          | 3           | 3            | -             | -          | -           | -            | -             | 13            | 2    | -    | 4                 | 2            | -             | -          | 2                           | 0,06 | Eleocharis acicularis            |
| Paarbladig fonteinkruid   | -          | -           | 3           | -            | -             | -          | -           | -            | -             | -             | -    | 3    | 2                 | -            | -             | -          | 1                           | 0,01 | Groenlandia densa                |
| Glanzig fonteinkruid      | -          | -           | 24          | 5            | 3             | -          | -           | -            | -             | -             | 9    | -    | 17                | 4            | 2             | -          | 7                           | 0,16 | Potamogeton lucens               |
| Tenger fonteinkruid       | -          | 17          | 12          | 15           | -             | -          | -           | -            | 5             | 13            | 8    | 3    | 11                | 13           | 2             | -          | 7                           | 0,14 | Potamogeton pusillus             |
| Aarvederkruid             | -          | -           | 9           | 13           | -             | -          | -           | -            | -             | -             | 6    | -    | 7                 | 11           | -             | -          | 5                           | 0,22 | Myriophyllum spicatum            |
| Kransblad                 | -          | -           | 3           | 13           | -             | -          | -           | -            | -             | -             | 5    | -    | 2                 | 11           | -             | -          | 4                           | 0,05 | Chara spec.                      |
| Gekroesd fonteinkruid     | -          | -           | 12          | 3            | 6             | 5          | -           | -            | -             | -             | 6    | -    | 9                 | 2            | 4             | 5          | 5                           | 0,14 | Potamogeton crispus              |
| (Gewoon) sterrenkroos     | 100        | 83          | 35          | 58           | 29            | 42         | 75          | 29           | 24            | 88            | 41   | 34   | 48                | 53           | 27            | 42         | 42                          | 1,66 | Callitriche cf. platycarpa       |
| Smalle waterpest          | 50         | 67          | 71          | 65           | 43            | 32         | 75          | 14           | 14            | 63            | 55   | 25   | 70                | 57           | 32            | 32         | 49                          | 6,57 | Elodea nuttallii                 |
| Haarfonteinkruid          | -          | -           | 24          | 20           | 3             | -          | -           | -            | 14            | -             | 13   | 3    | 17                | 19           | 2             | -          | 11                          | 0,28 | Potamogeton trichoides           |
| Schedefonteinkruid        | -          | 17          | 18          | 33           | 17            | 21         | 50          | 57           | -             | 13            | 23   | 19   | 20                | 36           | 11            | 21         | 21                          | 1,51 | Potamogeton pectinatus           |
| Grof hoornblad            | -          | 17          | 56          | 58           | 31            | 37         | 75          | 71           | 48            | 13            | 47   | 56   | 50                | 60           | 38            | 37         | 47                          | 2,59 | Ceratophyllum demersum           |
| Zittende zannichellia     | -          | -           | 6           | 5            | -             | -          | -           | -            | 14            | -             | 2    | 6    | 4                 | 6            | -             | -          | 3                           | 0,19 | Zannichellia palustris ssp. pal. |
| Groot blaasjeskruid       | -          | -           | 9           | 10           | 9             | -          | 25          | 14           | 29            | -             | 8    | 25   | 9                 | 11           | 16            | -          | 11                          | 0,23 | Utricularia vulgaris             |
| Puntkroos                 | -          | -           | 15          | 13           | 11            | 11         | 100         | 71           | 48            | -             | 13   | 59   | 20                | 21           | 25            | 11         | 21                          | 0,65 | Lemna trisulca                   |
| Stomp fonteinkruid        | -          | -           | -           | 3            | -             | -          | -           | -            | 10            | -             | 1    | 6    | -                 | 2            | 4             | -          | 2                           | 0,10 | Potamogeton obtusifolius         |
| Kroos                     |            |             |             |              |               |            |             |              |               |               |      |      |                   |              |               |            |                             |      |                                  |
| Gemengd kroos             | -          | 83          | 91          | 80           | 69            | 53         | 100         | 86           | 86            | 63            | 76   | 88   | 87                | 81           | 75            | 53         | 77                          | 3,33 | Lemna gibba, minor, minuta       |
| Veelwortelig kroos        | -          | 50          | 82          | 58           | 43            | 26         | 75          | 71           | 48            | 38            | 55   | 59   | 74                | 60           | 45            | 26         | 55                          | 1,56 | Spirodela polyrrhiza             |
| Gewoon watervorkje        | -          | 17          | 6           | 13           | 6             | -          | 25          | 14           | 10            | 13            | 7    | 13   | 9                 | 13           | 7             | -          | 8                           | 0,18 | Riccia fluitans                  |
| Grote kroosvaren          | -          | -           | 6           | 13           | 3             | 21         | 50          | 57           | 29            | -             | 9    | 38   | 9                 | 19           | 13            | 21         | 14                          | 0,59 | Azolla filiculoides              |
| Wortelloos kroos          | -          | -           | -           | -            | -             | -          | -           | 29           | -             | -             | -    | 6    | -                 | 4            | -             | -          | 1                           | 0,02 | Wolffia arrhiza                  |
| Flab                      |            |             |             |              |               |            |             |              |               |               |      |      |                   |              |               |            |                             |      |                                  |
| Darmwier                  | -          | -           | 18          | 30           | 14            | 11         | 25          | -            | -             | -             | 20   | 3    | 15                | 26           | 9             | 11         | 15                          | 0,50 | Enteromorpha spec.               |
| Overig flab               | 50         | 33          | 53          | 58           | 17            | 21         | 100         | 29           | 14            | 38            | 39   | 31   | 54                | 53           | 16            | 21         | 38                          | 7,09 | Overig flab                      |
| Drijvende waterplanten    |            |             |             |              |               |            |             |              |               |               |      |      |                   |              |               |            |                             |      |                                  |
| Drijvend fonteinkruid     | -          | 17          | -           | -            | -             | -          | -           | -            | -             | 13            | -    | -    | 2                 | -            | -             | -          | 1                           | 0,01 | Potamogeton natans               |
| Mannagras                 | 100        | 50          | 18          | 25           | 14            | 16         | 25          | 14           | 5             | 63            | 19   | 9    | 26                | 23           | 11            | 16         | 19                          | 0,46 | Glyceria fluitans                |
| Rivierfonteinkruid        | -          | -           | 12          | 8            | 6             | 11         | -           | -            | -             | -             | 9    | -    | 9                 | 6            | 4             | 11         | 7                           | 0,08 | Potamogeton nodosus              |
| Veenwortel                | 50         | 33          | 62          | 58           | 43            | 37         | 50          | 57           | 14            | 38            | 52   | 28   | 57                | 57           | 32            | 37         | 46                          | 0,39 | Persicaria amphibia              |
| Kikkerbeet                | -          | -           | 29          | 43           | 17            | 16         | 75          | 57           | 24            | -             | 28   | 38   | 28                | 45           | 20            | 16         | 29                          | 0,40 | Hydrocharis morsus-ranae         |
| Gele plomp                | -          | 17          | 26          | 53           | 60            | 84         | 75          | 86           | 95            | 13            | 52   | 94   | 28                | 57           | 73            | 84         | 58                          | 4,65 | Nuphar lutea                     |
| Witte waterlelie          | -          | -           | -           | 8            | 3             | 11         | 50          | 14           | 52            | -             | 5    | 44   | 4                 | 9            | 21            | 11         | 12                          | 0,57 | Nymphaea alba                    |
| Grote waternavel          | -          | -           | 3           | -            | -             | -          | -           | 14           | 24            | -             | 1    | 19   | 2                 | 2            | 9             | -          | 4                           | 0,03 | Hydrocotyle ranunculoides        |
| Krabbenscheer             | -          | -           | -           | -            | -             | -          | -           | -            | 19            | -             | -    | 13   | -                 | -            | 7             | -          | 2                           | 0,04 | Stratiotes aloides               |
| Emerse waterplanten       |            |             |             |              |               |            |             |              |               |               |      |      |                   |              |               |            |                             |      |                                  |
| Lidsteng                  | 50         | -           | -           | -            | -             | -          | -           | -            | -             | 13            | -    | -    | 2                 | -            | -             | -          | 1                           | 0,00 | Hippuris vulgaris                |
| Kleine egelskop           | -          | 67          | 3           | 8            | 3             | 5          | -           | -            | -             | 50            | 5    | -    | 11                | 6            | 2             | 5          | 6                           | 0,36 | Spartanium emersum               |
| Grote waterweegbree       | 50         | 67          | 15          | 25           | 9             | 11         | 25          | -            | 10            | 63            | 16   | 9    | 24                | 21           | 9             | 11         | 17                          | 0,15 | Alisma plantago-aquatica         |
| Pijlkruid                 | -          | -           | 38          | 45           | 14            | 16         | -           | 29           | 5             | -             | 30   | 9    | 28                | 43           | 11            | 16         | 25                          | 0,39 | Sagittaria sagittifolia          |
| Grote egelskop            | 50         | 17          | 47          | 30           | 49            | 47         | 25          | 29           | 62            | 25            | 41   | 53   | 41                | 30           | 54            | 47         | 43                          | 0,68 | Spartanium erectum               |
| Liesgras                  | -          | 83          | 85          | 88           | 71            | 63         | 75          | 86           | 52            | 63            | 78   | 66   | 80                | 87           | 64            | 63         | 75                          | 1,98 | Glyceria maxima                  |
| Scherpe zegge*            | -          | 17          | 53          | 58           | 69            | 68         | 50          | 29           | 38            | 13            | 60   | 41   | 46                | 53           | 57            | 68         | 54                          | 0,51 | Carex acuta*                     |
| Hoge cyperzegge           | -          | 17          | 9           | 33           | 20            | 11         | 75          | 14           | 33            | 13            | 20   | 34   | 15                | 30           | 25            | 11         | 22                          | 0,10 | Carex pseudocyperus              |
| Riet                      | -          | 33          | 32          | 35           | 74            | 53         | 25          | 57           | 95            | 25            | 48   | 78   | 30                | 38           | 82            | 53         | 52                          | 3,28 | Phragmites australis             |
| Moeraszegge               | -          | -           | 9           | 20           | 14            | 16         | 25          | 14           | 48            | -             | 15   | 38   | 9                 | 19           | 27            | 16         | 18                          | 0,19 | Carex acutiformis                |
| Kleine lisdodde           | -          | -           | -           | -            | 14            | 21         | -           | -            | 48            | -             | 7    | 31   | -                 | -            | 27            | 21         | 11                          | 0,27 | Typha angustifolia               |
| Oeverplanten              |            |             |             |              |               |            |             |              |               |               |      |      |                   |              |               |            |                             |      |                                  |
| Moerasrolklaver           | -          | 50          | 9           | 10           | -             | -          | -           | -            | -             | 38            | 5    | -    | 13                | 9            | -             | -          | 6                           | 0,03 | Lotus pedunculatus               |
| Beekpunge                 | 100        | -           | 6           | 13           | 9             | 11         | 25          | -            | 10            | 25            | 9    | 9    | 11                | 11           | 9             | 11         | 10                          | 0,04 | Veronica beccabunga              |
| Slanke waterkers          | 50         | -           | 6           | 15           | 17            | 26         | -           | 14           | -             | 13            | 15   | 3    | 7                 | 15           | 11            | 26         | 13                          | 0,11 | Rorippa microphylla              |
| Moerasvergeet-mij-nietje  | 50         | 67          | 21          | 30           | 40            | 42         | -           | 43           | 43            | 63            | 32   | 38   | 26                | 32           | 41            | 42         | 35                          | 0,19 | Myosotis scorpioides             |
| Grote brandnetel          | 50         | 33          | 47          | 48           | 49            | 26         | 25          | 57           | 24            | 38            | 44   | 34   | 43                | 49           | 39            | 26         | 42                          | 0,19 | Urtica dioica                    |
| Watermunt                 | 50         | -           | 3           | 8            | 20            | 42         | -           | 14           | 24            | 13            | 15   | 19   | 4                 | 9            | 21            | 42         | 15                          | 0,09 | Mentha aquatica                  |
| Rietgras                  | -          | 83          | 62          | 68           | 40            | 37         | 75          | 57           | 5             | 63            | 53   | 28   | 63                | 66           | 27            | 37         | 49                          | 0,35 | Phalaris arundinacea             |
| Pitrus                    | -          | 67          | 29          | 38           | 20            | 26         | 50          | 57           | 5             | 50            | 29   | 22   | 35                | 40           | 14            | 26         | 29                          | 0,10 | Juncus effusus                   |
| Grote kattenstaart        | 50         | 33          | 32          | 15           | 43            | 37         | 25          | 43           | 52            | 38            | 30   | 47   | 33                | 19           | 46            | 37         | 34                          | 0,12 | Lythrum salicaria                |
| Echte valeriaan           | -          | -           | 44          | 30           | 43            | 32         | 50          | -            | 14            | -             | 37   | 19   | 37                | 26           | 32            | 32         | 32                          | 0,11 | Valeriana officinalis            |
| Gewone smeerwortel        | -          | 33          | 41          | 43           | 34            | 16         | 50          | 43           | 19            | 25            | 35   | 31   | 39                | 43           | 29            | 16         | 34                          | 0,05 | Symphlytum officinale            |
| Gele lis                  | 50         | 33          | 35          | 68           | 57            | 68         | 75          | 71           | 76            | 38            | 55   | 78   | 39                | 68           | 64            | 68         | 59                          | 0,35 | Iris pseudacorus                 |
| Harig wilgenroosje        | -          | 33          | 24          | 35           | 57            | 58         | 75          | 14           | 43            | 25            | 41   | 41   | 28                | 32           | 52            | 58         | 40                          | 0,20 | Epilobium hirsutum               |
| Moerasspirea              | -          | -           | 38          | 40           | 31            | 26         | 50          | 29           | 33            | -             | 35   | 34   | 33                | 38           | 32            | 26         | 33                          | 0,09 | Filipendula ulmaria              |
| Wolfspoot                 | -          | 33          | 21          | 45           | 46            | 63         | 75          | 71           | 62            | 25            | 41   | 66   | 26                | 49           | 52            | 63         | 45                          | 0,19 | Lycopus europaeus                |
| Waterzuring               | -          | 17          | 21          | 53           | 54            | 68         | 75          | 71           | 57            | 13            | 47   | 63   | 24                | 55           | 55            | 68         | 48                          | 0,28 | Rumex hydrolapathum              |
| Blauw glidkruid           | -          | -           | 9           | 28           | 11            | 32         | 50          | 57           | 10            | -             | 19   | 25   | 11                | 32           | 11            | 32         | 19                          | 0,06 | Scutellaria galericulata         |
| Gele waterkers            | -          | -           | 6           | 3            | 31            | 42         | 25          | 43           | 71            | -             | 17   | 59   | 7                 | 9            | 46            | 42         | 24                          | 0,29 | Rorippa amphibia                 |
| Bitterzoet                | -          | -           | -           | 5            | 17            | 32         | -           | 14           | 62            | -             | 11   | 44   | -                 | 6            | 34            | 32         | 17                          | 0,15 | Solanum dulcamara                |
| Moerasandoorn             | -          | -           | 3           | 5            | 17            | 26         | -           | 43           | 67            | -             | 11   | 53   | 2                 | 11           | 36            | 26         | 18                          | 0,14 | Stachys palustris                |

\*wellicht een enkele maal verward met moeraszegge (*C. acutiformis*)

De meest algemene oeverplant, de gele lis (59%), heeft een brede ecologische amplitude, en komt in sloten en kanalen veel voor op plaatsen met een onder water steil aflopende oevers, waar de concurrentiekracht van bijvoorbeeld riet is verminderd. (Weeda e.a. 1985-1994, Pot 2001).

Ook kalmoes (9%) is zo'n soort van steile oevers, die in het gebied voorkomt langs brede veen- en kleikanalen en de Linge, wat overeenstemt met de voorkeur voor kanalen (Weeda e.a. 1985-1994).

Vrijwel alle andere soorten oeverplanten uit Tabel 6.6 zijn kenmerkend voor pioniersituaties, zoals slanke waterkers en beekpunge (Tamis e.a. 2003), maar meer nog betreft het ruigtkruiden, die zich goed ontwikkelen waar (aangespoeld of afgemaaid) organisch materiaal zich ophoopt. De meest uitgesproken voorbeelden hiervan zijn de grote brandnetel (42%) en harig wilgenroosje (40%). Koninginnekruid, dat ook vaak in dergelijke omstandigheden voorkomt, is hier minder algemeen (7%), maar ruigtkruiden als rietgras (49%) en moerasspirea (33%) doen het wel goed.

Soorten die kenmerkend zijn voor slootkanten en natte, niet te sterk bemeste en niet gescheurde graslanden, zoals de echte koekoeksbloem (2%) en de dotterbloem (4%) komen (nog?) maar sporadisch voor; de laatste soort nog het meest langs enkele brede veenkanalen. De pinksterbloem, die een wat hoger bemestingsniveau verdraagt, komt in 19% van de opnamen voor (Weeda e.a. 1985-1994, Pot 2001).

#### Relatie met grondsoort

Er is een duidelijke relatie tussen het voorkomen van de planten en de grondsoort (Tabel 6.6). Als we de wateren op zandgrond, wegens het geringe aantal opnamen, even buiten beschouwing laten komen sommige soorten vrijwel exclusief op kleiondergrond voor, zoals glanzig, tener en gekroesd fonteinkruid en aarvederkruid. Soorten als puntkroos, grote kroosvaren, gele plomp en witte waterlelie komen wel in wateren op kleigrond voor, maar zijn toch frequenter in de veenwateren. Bij de emerse en de oeverplanten is de binding aan een bepaalde grondsoort minder, hoewel soorten als riet, moeraszegge, kleine lisdodde, gele lis en moerasandoorn frequenter zijn op veen dan op klei. Voor bijvoorbeeld pijlkruid, scherpe zegge en rietgras is dit net andersom.

#### Relatie met breedte

Er is een negatieve relatie tussen de breedte en de frequentie van de meest soorten ondergedoken en drijvende waterplanten, kroos en flab. Veel van deze soorten geven de voorkeur aan beschutting tegen wind en te sterke waterbeweging. Sterrenkroos en grof hoornblad doen het in de smalle kanalen iets beter dan in de sloten en beken en komen ook in de bredere kanalen en de Linge nog veel voor. Het voorkomen van puntkroos is weinig afhankelijk van de breedte; alleen in de Linge komt de soort wat minder voor. Het watervorkje lijkt een optimum te hebben in smalle kanalen, terwijl de grote kroosvaren minder frequent is in de smalste wateren. De frequentie van gele plomp en meer nog van de witte waterlelie neemt toe met de breedte (Tabel 6.6).

Van de emerse en oeverplanten zijn er soorten waarvan de frequentie afneemt met toenemende breedte, zoals kleine egelskop en moerasrolklaver, maar van veel soorten is de frequentie onafhankelijk van de breedte (o.a. beekpunge, pitrus, valeriaan, moerasspirea en blauw glidkruid) of neemt de frequentie zelfs toe met de breedte, bijvoorbeeld bij scherpe zegge, riet, kleine lisdodde, moerasvergeet-mij-nietje, watermunt, harig wilgenroosje, wolfsfoot en waterzuring.

#### Bijzondere soorten

De meest belangrijke, voor Nederland bijzondere soort, is rivierfonteinkruid, dat elf maal is gevonden, ook in binnendijkse wateren. Volgens Mennema e.a. (1980) zou de soort uitsluitend buitendijks voorkomen. Inmiddels is de soort ook bekend van Limburgse kanalen en het IJssel-

meergebied (Weeda e.a. 1985-1994, Pot 2001, Van der Meijden 2005, [www.waarneming.nl](http://www.waarneming.nl)).

Andere minder algemene soorten zijn stomp fonteinkruid, puntig fonteinkruid en paarbladig fonteinkruid. Stomp fonteinkruid is een soort van mineraalarm, helder water, op de flanken van hogere zandgronden, maar niet bij kalkrijke kwel (Pot 2001). De vindplaatsen in brede veenkanalen (Zouweboezem) stemmen hier niet erg goed mee overeen. Puntig fonteinkruid komt volgens Pot (2001) in allerlei watertypen voor.

Paarbladig fonteinkruid is in de opnamen van dit project slechts in één kleisluit aangetroffen, maar komt verder wel veel in kwelgebieden van de Over(betuwe) voor (B. Prudon, pers. med.). Het zwaartepunt van de verspreiding in Nederland ligt juist in het rivierengebied (Mennema e.a. 1985, Van der Meijden 2005). Volgens Pot (2001) is het een plant van zeer hard en min of meer voedselrijk, maar fosfaatarm water, vaak in kwelgebieden of op zand- en rivierkleibodem met een dunne sliblaag.

Een min of meer toevallig aanwezige vrij zeldzame soort is de ruwe iep langs een kleisluit. Opmerkelijk is ook het groot moerasscherm, die zowel op klei als veen is gevonden en kenmerkend is voor kalkrijk, voedselrijk water. De soort is algemeen in het laagveengebied, maar zeldzamer in het rivierengebied (Pot 2001, Van der Meijden 2005).

Exoten

Als betrekkelijk recente invasieve exoten zijn de grote waternavel (in een kleisluit en enkele veenkanalen) en parelvederkruid (in een kleikanal) en vooral de grote kroosvaren (in alle klei- en vooral veenwateren) gevonden. Deze soorten staan op de zwarte lijst van woekerende exotische waterplanten (Zonderwijk 2008).

## 6.2.4. Aantal soorten

Tabel 6.7 geeft een overzicht van de aantallen soorten, uitgesplitst naar groeivorm, grondsoort en breedte van het water. Gemiddeld zijn er 21 soorten per opname, maar op veen is het aantal (24) hoger dan op klei (20). In de smalle kanalen is het aantal soorten met gemiddeld 23 wat hoger dan in de overige breedteklassen (19-21). De ondergedoken planten zijn het soortenrijkst in de veensloten (4) en nemen daar in aantal sterk af met de breedte. Op klei zijn de smalle kanalen het rijkst aan

Tabel 6.7 Gemiddeld aantal soorten per groeivorm (laag).

|                                  | zandgrond  |            | kleigrond  |            |            |            | veengrond  |            |            | alle breedten |            |            | alle grondsoorten |            |            |            | alle       |
|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|------------|------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
|                                  | be-        | slo-       | slo-       | smal       | breed      | Lin-       | slo-       | smal       | breed      | zand          | klei       | veen       | beek,             | smal       | breed      | Lin-       | gronds. en |
|                                  | ken        | ten        | ten        | kan.       | kan.       | ge         | ten        | kan.       | kan.       |               |            |            | sloot             | kan.       | kan.       | ge         | breedten   |
| aantal locaties                  | 2          | 5          | 30         | 36         | 31         | 18         | 4          | 7          | 20         | 7             | 115        | 31         | 41                | 43         | 51         | 18         | 153        |
| aantal opnamen                   | 2          | 6          | 34         | 40         | 35         | 19         | 4          | 7          | 21         | 8             | 128        | 32         | 46                | 47         | 56         | 19         | 168        |
| ondergedoken planten             | 1,5        | 2,2        | 3,1        | 3,5        | 1,5        | 1,6        | 4,0        | 2,9        | 1,8        | 2,0           | 2,5        | 2,3        | 3,0               | 3,4        | 1,6        | 1,6        | 2,5        |
| flab                             | 0,5        | 0,3        | 0,7        | 0,9        | 0,3        | 0,3        | 1,3        | 0,3        | 0,1        | 0,4           | 0,6        | 0,3        | 0,7               | 0,8        | 0,2        | 0,3        | 0,5        |
| drijvende waterplanten           | 1,5        | 1,2        | 1,6        | 2,0        | 1,5        | 1,7        | 2,8        | 2,4        | 2,4        | 1,3           | 1,7        | 2,4        | 1,6               | 2,1        | 1,8        | 1,7        | 1,8        |
| kroos                            | -          | 1,5        | 1,9        | 1,7        | 1,2        | 1,0        | 2,5        | 2,6        | 1,7        | 1,1           | 1,5        | 2,0        | 1,8               | 1,8        | 1,4        | 1,0        | 1,6        |
| emerse planten                   | <u>2,0</u> | <u>3,8</u> | <u>3,5</u> | <u>4,5</u> | <u>4,3</u> | <u>4,3</u> | <u>4,0</u> | <u>4,4</u> | <u>6,1</u> | <u>3,4</u>    | <u>4,1</u> | <u>5,5</u> | <u>3,5</u>        | <u>4,5</u> | <u>5,0</u> | <u>4,3</u> | <u>4,4</u> |
| subtotaal waterplanten           | 5,5        | 9,0        | 10,7       | 12,5       | 8,8        | 8,9        | 14,5       | 12,6       | 12,1       | 8,1           | 10,5       | 12,5       | 10,6              | 12,5       | 10,0       | 8,9        | 10,7       |
| oeverplanten                     | <u>4,0</u> | <u>8,3</u> | <u>6,1</u> | <u>7,9</u> | <u>8,0</u> | <u>9,0</u> | <u>9,5</u> | <u>8,9</u> | <u>9,4</u> | <u>7,3</u>    | <u>7,6</u> | <u>9,3</u> | <u>6,6</u>        | <u>8,1</u> | <u>8,5</u> | <u>9,0</u> | <u>7,9</u> |
| subtotaal water- en oeverplanten | 9,5        | 17,3       | 16,8       | 20,5       | 16,7       | 17,9       | 24,0       | 21,4       | 21,5       | 15,4          | 18,1       | 21,8       | 17,2              | 20,6       | 18,5       | 17,9       | 18,6       |
| landplanten                      | -          | 1,7        | 0,6        | 0,8        | 1,2        | 1,3        | 2,0        | 0,7        | 1,5        | 1,3           | 1,0        | 1,4        | 0,9               | 0,8        | 1,3        | 1,3        | 1,0        |
| totaal aantal soorten            | 11,0       | 20,3       | 18,7       | 22,7       | 19,1       | 20,4       | 27,0       | 23,3       | 24,0       | 18,0          | 20,3       | 24,3       | 19,3              | 22,8       | 20,9       | 20,4       | 20,9       |

ondergedoken soorten. Het veen is ook rijker aan soorten kroos, drijvende en emerse planten dan de klei. De soortenrijkdom van de oeverplanten neemt duidelijk toe met de breedte: van 7 in de beken en sloten tot 9 in de Linge. Het aantal soorten landplanten (niet consequent opgenomen) is in de brede kanalen en de Linge met 1,3 iets hoger dan in de smallere wateren (0,8-0,9).

## 6.2.5. KRW-scores

De berekende scores op de KRW-maatlatten zijn samengevat in Tabel 6.8. Sommige groeivormen zijn voor sommige watertypen of situaties niet relevant. De EKR voor de soortensamenstelling is met een gemiddelde waarde van 0,31 (op een schaal van 0 tot 1) erg laag. Gedeeltelijk zal dit het gevolg zijn van de gebiedsspecifieke omstandigheden, maar ook speelt een rol dat voor een goede monitoring van de macrofyten ongeveer zes opnamen per waterlichaam nodig zijn<sup>8</sup>. Hier is de beoordeling steeds voor één opname uitgevoerd, waardoor de beoordeling systematisch te laag is. Voor de maatlat van de groeivormen speelt het waarschijnlijk minder een rol dat de monitoring te beperkt is. Met een gemiddelde van 0,25 is de score deelmaatlat groeivormen (lagen) nog geringer dan die voor de soortensamenstelling. Alleen in de beken en zandsloten scoort de soortensamenstelling lager dan die voor de groeivormen (de zandsloten zijn eigenlijk zwak gebufferde sloten, die nu sterk gebufferd en geëutrofiëerd zijn). De subdeelmaatlaten flab en kroos scoren, in de gevallen waar deze relevant zijn, vaak goed of zeer goed. De oevervegetatie scoort altijd slecht, behalve in de beken en brede kleikanalen, die respectievelijk matig en ontoereikend scoren. Dat impliceert dat de onvoldoende structuurvariatie in de oever een nog belangrijker stressor is dan eutrofiëring, die vooral een overmatige ontwikkeling van flab en kroos veroorzaakt.

**Tabel 6.8** Gemiddelde KRW-scores per watertype. n = aantal opnamen per type voor de kolommen totaal – submers. Voor de kolommen drijvend – oever is het aantal locaties tussen haakjes achter de gemiddelden vermeld. S = aantal relevante soorten waterplanten in beoordeling. Lagen = groeivormen. **Rood** = slecht, **oranje** = ontoereikend, **geel** = matig, **groen** = goed, **blauw** = zeer goed.

| Type               | n   | klasse | totaal | soorten | lagen | submers | drijvend   | emers     | flab      | kroos     | oever     | S    |
|--------------------|-----|--------|--------|---------|-------|---------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| beken              | 2   | 2,0    | 0,35   | 0,24    | 0,45  | 0,50    |            |           | 1,00      | 1,00      | 0,40 (2)  | 5,0  |
| zandsloten         | 6   | 2,0    | 0,31   | 0,14    | 0,47  | 0,67    | 0,09 (6)   | 0,75 (4)  | -         | 0,73 (4)  | -         | 3,8  |
| kleisloten         | 34  | 1,9    | 0,28   | 0,24    | 0,31  | 0,58    | 0,08 (29)  | 0,25 (13) | 0,53 (4)  | 0,61 (17) | 0,00 (5)  | 7,6  |
| smalle kleikanalen | 39  | 1,8    | 0,29   | 0,33    | 0,25  | 0,38    | 0,14 (39)  | 0,27 (10) | -         | 0,59 (10) | -         | 10,2 |
| brede kleikanalen  | 36  | 1,9    | 0,28   | 0,34    | 0,22  | 0,29    | 0,09 (23)  | 0,28 (4)  | 1,00 (4)  | 0,83 (8)  | 0,28 (13) | 9,0  |
| Linge              | 19  | 1,9    | 0,28   | 0,43    | 0,14  | 0,16    | 0,13 (19)  | 0,09 (8)  | 1,00 (8)  | 1,00 (8)  | 0,08 (8)  | 11,4 |
| veensloten         | 4   | 2,0    | 0,31   | 0,31    | 0,31  | 0,40    | 0,22 (4)   | 0,26 (3)  | -         | -         | -         | 10,0 |
| smalle veenkanalen | 7   | 2,0    | 0,26   | 0,25    | 0,27  | 0,17    | 0,29 (7)   | 0,33 (6)  | -         | -         | -         | 9,1  |
| brede veenkanalen  | 21  | 1,8    | 0,26   | 0,34    | 0,18  | 0,07    | 0,23 (20)  | 0,27 (19) | -         | -         | 0,05 (1)  | 11,2 |
| alle typen         | 168 | 1,9    | 0,28   | 0,31    | 0,25  | 0,34    | 0,14 (147) | 0,28 (67) | 0,89 (18) | 0,73 (48) | 0,18 (29) | 9,3  |

<sup>8</sup> In een aantal gevallen zijn er ook wel zes of meer opnamen per waterlichaam, maar vaak gaat het dan om verschillende KRW-watertypen, waardoor aggregatie niet goed mogelijk is.

## 6.2.6. Ordinaties

Overzichtsgegevens ordinatie alle opnamen

In totaal zijn er 97 soorten die in drie of meer opnamen voorkomen en gebruikt zijn voor de ordinatie van alle 168 opnamen. Deze soorten zorgen voor 99% van de totale bedekking, die 48% bedraagt.

De efficiëntie van de DCA (indirecte correspondentieanalyse) van alle opnamen is samengevat in Tabel 6.9. De lengte van de gradiënt geeft aan dat we hier meer met een unimodale dan een lineaire respons van de soorten hebben te maken, zodat DCA een geschikt model is voor de analyse van de gegevens. De variatie in de soortensamenstelling is betrekkelijk groot, zodat de eerste as maar 10,9 % en de tweede as slechts 5,5% van de variatie verklaart. De hoeveelheid verklaarde variantie neemt voor elke volgende as dan nog steeds verder af.

Tabel 6.9 Karakteristieken van de DCA van alle 168 opnamen van de macrofyten.

| Kenmerk                                 | As 1 | As 2 | As 3 | As 4 | Totaal |
|-----------------------------------------|------|------|------|------|--------|
| Eigenwaarde                             | 0,38 | 0,19 | 0,12 | 0,11 | 3,47   |
| Gradiëntlengte                          | 3,54 | 2,73 | 2,23 | 1,79 | 3,54   |
| Variantie in soortensamenst. (cumul. %) | 10,9 | 16,4 | 19,8 | 22,8 | 100,0  |

De scores van de soorten en monsters zijn weergegeven in de diagrammen van Bijlage 6.3. Om deze onoverzichtelijke diagrammen te vereenvoudigen zijn de soorten en opnamen in groepen samengevoegd. Voor de soorten is gebruik gemaakt van de indeling in Tabel 6.10. De score

Tabel 6.10 Indeling van de bij de ordinatie gebruikte soorten in ecologische groepen. De getallen geven de gewichten van de soorten aan.

|                                    |                                   |                                 |
|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| <b>Submers, matig voedselrijk</b>  | <b>Drijvend, zeer voedselrijk</b> | <b>Natte oever, voedselrijk</b> |
| 0,7 Groot blaasjeskruid            | 1,0 Gele plomp                    | 1,0 Moerasvergeet-mij-nietje    |
| 0,6 Haarfonteinkruid               | 1,0 Veenwortel                    | 1,0 Grote kattenstaart          |
| 0,3 Kransblad                      | 0,9 Mannagras                     | 1,0 Pitrus                      |
|                                    | 0,5 Rivierfonteinkruid            | 1,0 Watermunt                   |
| <b>Submers, voedselrijk</b>        | 0,4 Grote waternavel              | 1,0 Blauw glidkruid             |
| 1,0 Smalle waterpest               |                                   | 1,0 Valse voszegge              |
| 1,0 (Gewoon) sterrenkroos          | <b>Emers, voedselrijk</b>         | 1,0 Pinksterbloem               |
| 1,0 Puntkroos                      | 1,0 Riet                          | 0,6 Penningkruid                |
| 0,4 Glanzig fonteinkruid           | 1,0 Scherpe zegge                 | 0,6 Tweerijige zegge            |
| 0,3 Doorgroeid fonteinkruid        | 1,0 Moeraszegge                   | 0,5 Zompur                      |
|                                    | 1,0 Hoge cyperzegge               | 0,5 Moerasrolklaver             |
| <b>Submers, zeer voedselrijk</b>   | 0,4 Gewone waterbies              | 0,5 Grote wederik               |
| 1,0 Grof hoornblad                 | 0,3 Kleine egelskop               | 0,5 Blaartrekkende boterbloem   |
| 1,0 Schedefonteinkruid             | 0,3 Stijve zegge                  | 0,4 Melkeppe                    |
| 0,5 Tenger fonteinkruid            | 0,3 Pluimzegge                    | 0,4 Gewone dotterbloem          |
| 0,3 Gekroesd fonteinkruid          | 0,2 Grote watereppe               | 0,3 Platte rus                  |
| 0,3 Aarvederkruid                  | 0,2 Holpijp                       | 0,3 Egelboterbloem              |
| 0,2 Zittende zannichellia          | <b>Emers, zeer voedselrijk</b>    | 0,3 Greppelrus                  |
|                                    | 1,0 Liesgras                      | 0,3 Beklierde basterdwederik    |
| <b>Flab</b>                        | 1,0 Grote egelskop                | 0,3 Poelruit                    |
| 1,0 Darmwier                       | 1,0 Pijlkruid                     | 0,2 Rietzwenkgras               |
| 1,0 Flab overig                    | 1,0 Lidrus                        |                                 |
|                                    | 1,0 Grote waterweegbree           | <b>Oever, ruigten</b>           |
| <b>Kroos</b>                       | 1,0 Grote lisdodde                | 1,0 Rietgras                    |
| 1,0 Gemengd kroos                  | 1,0 Oeverzegge                    | 1,0 Gele lis                    |
| 1,0 Veelwortelig kroos             | 0,8 Zwanenbloem                   | 1,0 Waterzuring                 |
| 0,9 Grote kroosvaren               | 0,8 Waterpeper                    | 1,0 Harig wilgenroosje          |
| 0,5 Gewoon watervorkje             | 0,7 Kleine lisdodde               | 1,0 Wolfspoot                   |
|                                    | 0,7 Kalmoes                       | 1,0 Grote brandnetel            |
| <b>Drijvend, matig voedselrijk</b> | 0,4 Heen                          | 1,0 Bitterzoet                  |
| 0,2 Krabbenscheer                  | 0,3 Kleine watereppe              | 1,0 Moerasandoorn               |
|                                    | 0,2 Mattenbies                    | 1,0 Echte valeriaan             |
| <b>Drijvend, voedselrijk</b>       | <b>Oever, voedselrijk</b>         | 1,0 Haagwinde                   |
| 1,0 Kikkerbeet                     | 1,0 Gele waterkers                | 1,0 Moerasspirea                |
| 0,5 Witte waterlelie               | 0,9 Beekpunge                     | 1,0 Gewone smeewortel           |
| 0,3 Watergentiaan                  | 0,8 Slanke waterkers              | 1,0 Zwart landzaad              |
|                                    | 0,5 Rode waterereprijs            | 0,6 Veerdelig tandzaad          |
|                                    |                                   | 0,5 Viltige basterdwederik      |
|                                    |                                   | 0,4 Knikkend tandzaad           |
|                                    |                                   | 0,4 Koninginnenkruid            |
|                                    |                                   | 0,3 Tandzaad                    |

van elke ecologische groep op een as is gelijk aan de gewogen gemiddelden van de scores van de soorten, waarbij het gewicht van de soorten in de ordinatie (Tabel 6.1) als wegingsfactor is gebruikt. Algemene soorten tellen daardoor zwaarder mee dan zeldzame soorten.

#### Overzichtsgegevens ordinaties klei- en veensloten

Voor de ordinatie van de wateren op kleigrond zijn 128 opnamen gebruikt, met 90 soorten die in ten minste drie opnamen zijn aangetroffen. De belangrijkste resultaten zijn samengevat in Tabel 6.11. Om alleen de belangrijkste verbanden weer te geven is hier een vrij strikte significantiegrens ( $p \leq 0,01$ ) aangehouden.

Voor de ordinatie van de wateren op veengrond zijn 32 opnamen gebruikt, met 65 soorten die in ten minste drie opnamen zijn aangetroffen. De belangrijkste resultaten zijn samengevat in Tabel 6.12. Om alleen de belangrijkste verbanden weer te geven, is hier een vrij strikte significantiegrens ( $p \leq 0,01$ ) aangehouden.

#### Belangrijkste variatie

De gewogen gemiddelde scores van de soortengroepen op de eerste twee assen van de ordinatie van alle opnamen zijn uitgezet in Figuur 6.3A. Hierin is een duidelijke gradiënt van drijvende en ondergedoken (submerse) waterplanten van linksboven, naar de drogere emerse- en oeverplanten naar rechtsonder te zien. De differentiatie die binnen de lagen gemaakt is naar voedselrijkdom levert in voor de ondergedoken waterplanten niet veel extra informatie op.

In Bijlage 6.3 zijn de centroïden van de kwalitatieve milieuv variabelen op de eerste vier assen en de correlatiecoëfficiënten van de kwantitatieve milieuv variabelen op de eerste vier assen van de ordinatie vermeld, met de resultaten van de significantietoetsen. De belangrijkste resultaten uit de bijlage zijn uitgezet in de Figuren 6.3 – 6.5. Hierin zijn alleen de scores van de opnamen op de eerste twee assen gebruikt, omdat deze veel significante correlaties hebben met de omgeving. Bij de derde en vierde as is dat in veel mindere mate het geval.

**Tabel 6.11.** Samenvatting van de ordinatie van 128 opnamen uit lijnvormige wateren op kleigrond. Een cijfer achter de naam van een variabele geeft het kwartaal aan (1 = winter, 3 = zomer). Zware metalen zijn bepaald bij 45 – 63 opnamen, overige fysische en chemische variabelen bij 75 – 83 opnamen, andere variabelen bij alle opnamen.

| As (var. %)  | Variabelen | Significant negatieve correlaties ( $p \leq 0,01$ )                                         | Significant positieve correlaties ( $p \leq 0,01$ )                                                                                                          |
|--------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| As 1 (10,1%) | milieu     | Beschoeiing, Oppervlakte waterlichaam, Breedte, Diepte, Lood3, Cadmium1, Koper1,3           | Aarden oever, Afstand tot rivier, Peilverschil, Doorzicht3, Nitraat1                                                                                         |
|              | onderhoud  | Varen (niet afvoeren)                                                                       | Maaien en klepelen (niet afvoeren)                                                                                                                           |
|              | macrofyten | EKR-soorten, Abundantie land- en oeverplanten, Aantal soorten emerse, oever- en landplanten | EKR-lagen, EKR-submerse laag, Totale abundantie planten, Abundantie flab en submerse laag, Aantal soorten submers, Aantal soorten flab, Aantal soorten kroos |
| As 2 (5,1%)  | milieu     | -                                                                                           | pH1, Temperatuur3                                                                                                                                            |
|              | macrofyten | Aantal soorten en abundantie oeverplanten, Totaal aantal soorten                            | -                                                                                                                                                            |
| As 3 (3,8%)  | milieu     | %Boomgaarden in waterlichaam, Breedte, pH1, Chloride1, EGV3, Magnesium3                     | %Mais en %Loofbos in waterlichaam, Nitraat1                                                                                                                  |
|              | macrofyten |                                                                                             | Aantal soorten krooslaag, EKR-submers                                                                                                                        |
| As 4 (3,2%)  | milieu     | -                                                                                           | Natuurvriendelijke oever, Kalium1, Nitriet1, BZV51, Sulfaat3                                                                                                 |
|              | macrofyten | Totaal aantal soorten, Aantal soorten oever-, emerse en landplanten, Aantal soorten flab    | Abundantie emerse planten                                                                                                                                    |

Tabel 6.12. Samenvatting van de ordinatie van 32 opnamen uit lijnvormige wateren op veengrond. Een cijfer achter de naam van een variabele geeft het kwartaal aan (1 = winter, 3 = zomer). Zware metalen bij 8 opnamen, overige fysische en chemische variabelen bij 13 - 18 opnamen, andere variabelen bij alle opnamen.

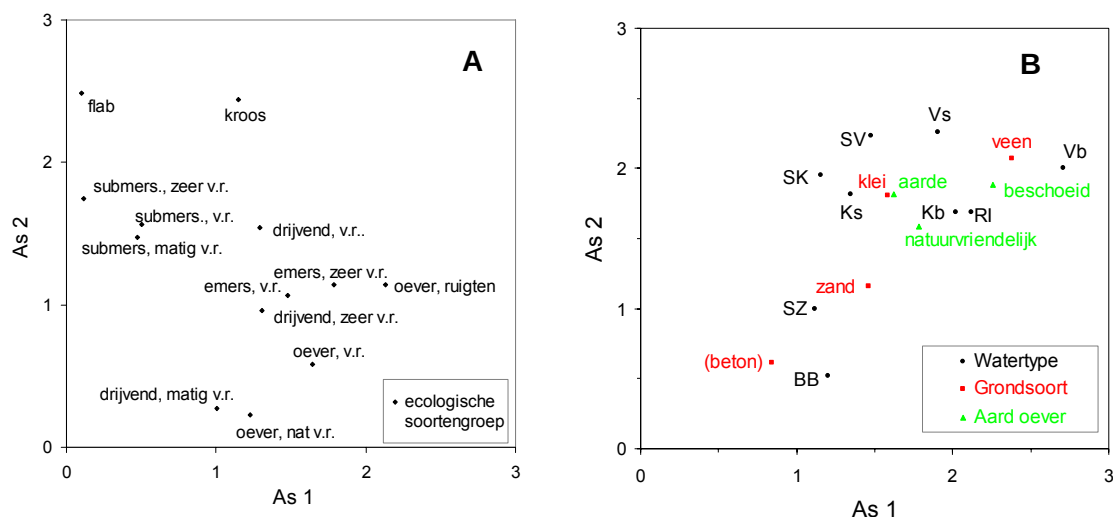
| As (var. %)  | Variabelen | Significant negatieve correlaties ( $p \leq 0,05$ )                                                                                     | Significant positieve correlaties ( $p \leq 0,05$ )                                                       |
|--------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| As 1 (18,9%) | milieu     | Diepte1, Oppervlakte waterlichaam, Zwevende stof3, Bicarbonaat3, Chloride3, Calcium3, Magnesium3, EGV3, Ammonium1, Organische stikstof3 | Inlaat oppervlaktewater, Slibdikte, Breedte, Temperatuur1                                                 |
|              | macrofyten | -                                                                                                                                       | Begroeiing oever, Abundantie en aantal soorten oeverplanten en landplanten, Aantal soorten emerse planten |
| As 2 (6,5%)  | milieu     | Diepte, Peilverschil, Carbonaat, Cadmium3                                                                                               | Chlorofyl1                                                                                                |
|              | macrofyten | -                                                                                                                                       | Totaal aantal plantensoorten (vooral oever- en landplanten)                                               |
| As 3 (4,6%)  | milieu     | -                                                                                                                                       | -                                                                                                         |
|              | macrofyten | Abundantie submerse planten, EKR-soorten                                                                                                | Abundantie flab                                                                                           |
| As 4 (3,4%)  | milieu     | -                                                                                                                                       | Chloride3, Kalium1, Ortho-fosfaat1, Org. + anorg. stikstof1,3, Koper1                                     |
|              | macrofyten | Aantal soorten flab, Begroeiing oever, EKR-lagen, EKR-totaal, Abundantie totaal, Abundantie submerse planten, Abundantie flab           | Aantal soorten krooslaag                                                                                  |

De centroïden van de verschillende watertypen, grondsoorten en aard van de oever zijn vermeld in Figuur 6.3B. De ‘grondsoort’ beton komt maar in een enkel geval voor, in het zandgebied linksonder, met zandsloten en bovenlopen van beken. Van linksonder naar rechtsboven is een gradiënt van (smallere) wateren in het zandgebied (sloten, beken) via de smalle en brede wateren in het kleigebied (let op de verwantschap van het riviertje de Linge met de brede kleikanalen), naar de brede veenkanalen, die niet zelden zijn beschoeid. De doorgaans van nature steviger oevers in het kleigebied zijn minder vaak beschoeid. Slechts enkele wateren hebben een natuurvriendelijke oever. De soortensamenstelling daarvan is niet erg afwijkend van de overige brede kleikanalen. De rangschikking van de watertypen van linksonder naar rechtsboven komt goed overeen met die in het gebied van oost naar west.

Van 15 locaties zijn opnamen in twee verschillende jaren gemaakt. In het algemeen liggen de opnamen van dezelfde locatie dicht bij elkaar. Op de eerste as is het gemiddelde verschil tussen de scores uit verschillende jaren 0,33 met een standaardafwijking van 0,19 en op de tweede as bedragen deze kenmerken respectievelijk 0,14 en 0,11.

#### Kwaliteit

Figuur 6.4A geeft wat betreft de groeivormen deels dezelfde informatie als Figuur 6.3A, maar hier zijn de EKR en de aantallen soorten per groeivorm aan toegevoegd. Links in het figuur is de score op de deelmaatlat EKR-lagen (groeivormen) van de opnamen in verhouding hoog, door de aanwezigheid van ondergedoken waterplanten, maar rechts in de figuur juist laag. Hier is wel de EKR voor de soortensamenstelling wat hoger dan links in het figuur. Het eindresultaat is voor de EKR dat deze geen significante correlaties heeft met de eerste twee assen. Voor het aantal soorten is de situatie ongeveer vergelijkbaar: de ondergedoken soorten zijn het talrijkst in de linkerhelft van het diagram en de aan oevers gebonden soorten zijn juist rechts het best vertegenwoordigd.



Figuur 6.3. Ordinatie water- en oeverplanten. **A.** (Gewogen) gemiddelde scores van de ecologische soortengroepen uit Tabel 6.1 (v.r. = voedselrijk). **B.** Centroiden van watertypen (volgens Tabel 2.1), grondsoorten en aard van de oever.

Ook in de ordinatie van de kleiwateren afzonderlijk (Tabel 6.11) is er al op de eerste as een duidelijk verschil tussen de EKR-soorten en de EKR-lagen. De EKR-soorten wordt vooral bepaald door de abundantie en het aantal soorten langs de oever en op het land, terwijl de EKR-lagen hier vooral door het aantal soorten en de abundantie van waterplanten wordt bepaald.

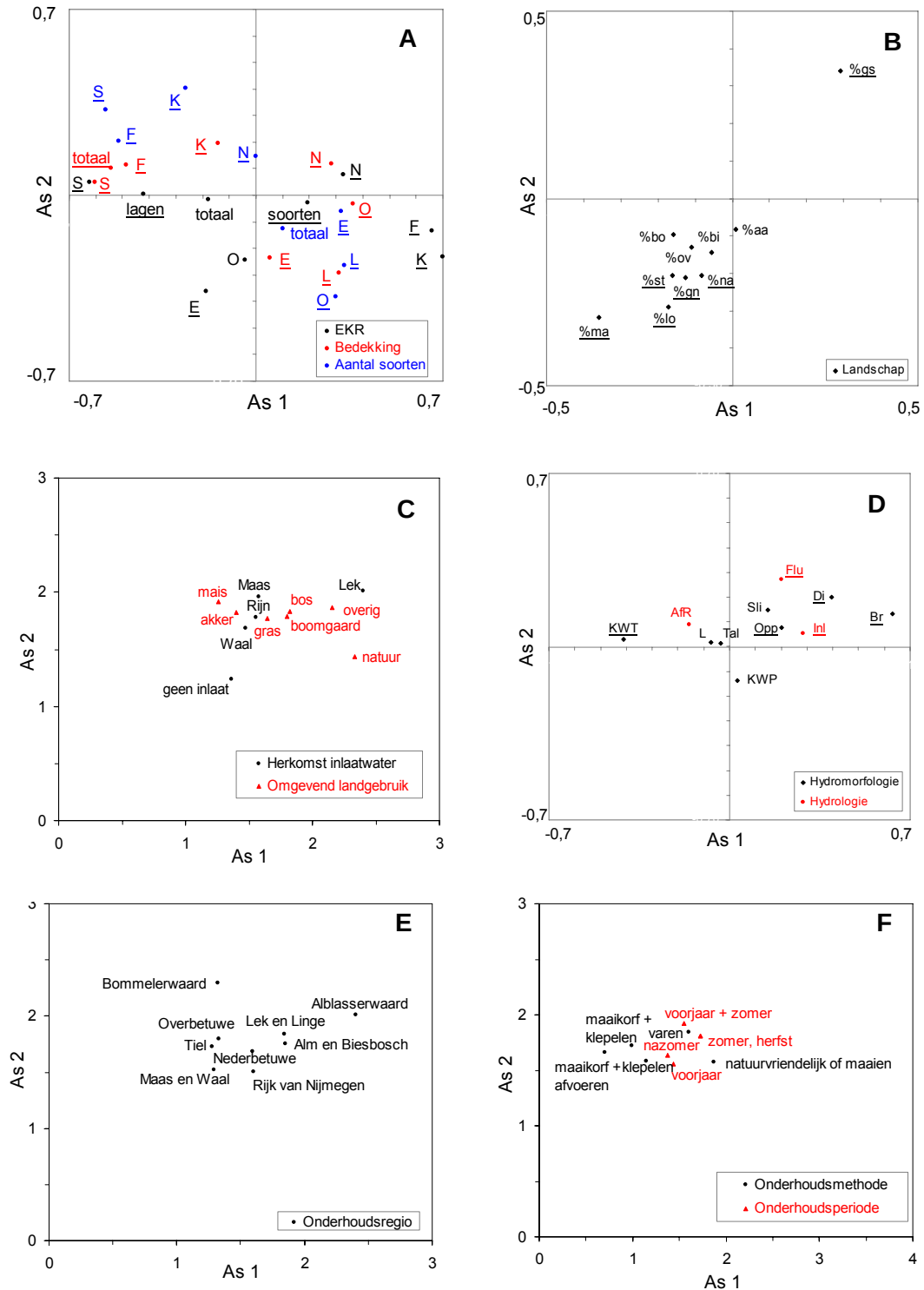
In de veenwateren (Tabel 6.12) scoort de begroeiingsdichtheid van de oever en de abundantie en aantal van aan oevers gebonden soorten hoog op de eerste as (er zijn hier dus 'ruige' oevers). In deze ordinatie komt de EKR zelf pas op de vierde ordinatie-as aan de orde.

#### Landschap en bodemgebruik

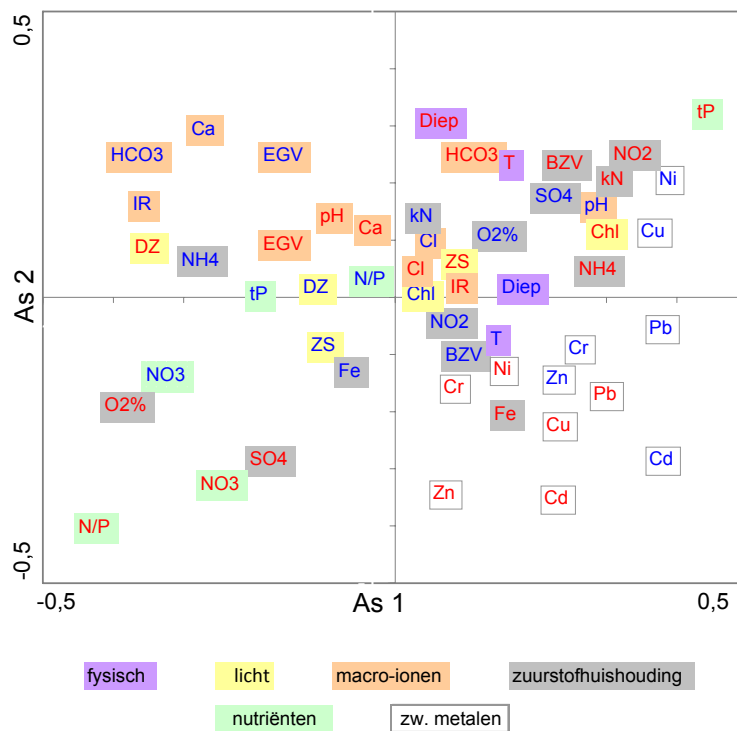
De Figuren 6.4B en C maken het verband met het bodemgebruik in het waterlichaam en de onmiddellijke omgeving van de waarnemingspunten duidelijk. De opnamen met hoge percentages gras of maïs in het waterlichaam liggen diametraal tegenover elkaar (zand- vs. veengebied). In het midden van het diagram is er sprake van gemengd bodemgebruik (diverse landbouwgewassen, boomgaard, stedelijk en natuurgebied). De correlaties met het bodemgebruik in de onmiddellijke omgeving vertoont een wat ander beeld dan dat in het waterlichaam.

Omdat het bodemgebruik op korte afstand vaak sterke verschillen vertoont valt en de betreffende wateren meestal water bevatten dat afkomstig is uit een groter gebied valt ook geen nauwe correlatie tussen de plantengemeenschappen en het bodemgebruik van het terrein ernaast vertoont.

In de figuren zijn de correlaties met de mate van beschaduwing en de begroeiing van de oever niet aangegeven. Deze variabelen hebben in hun algemeenheid geen significante correlaties met de samenstelling van de plantengemeenschappen (Bijlage 6.4).



Figuur 6.4 Verbanden tussen omgevingsvariabelen en scores van de opnamen op de eerste twee assen van de ordinatie van de water- en oeverplanten. Significante ( $p < 0,05$ ) correlaties onderstrept. **A.** Correlaties van kwaliteitsmaten en bedekking vegetatielagen (L = landplanten, voor overige afkortingen zie Tabel 6.2). **B.** Correlaties met het bodemgebruik in het waterlichaam volgens afkortingen uit Bijlage 3.1. **C.** Centroiden van herkomst inlaatwater en omgevend landgebruik. **D.** Correlatie met hydro(morfo)logische variabelen volgens afkortingen uit Bijlage 3.1. **E.** Centroiden van onderhoudsregio's. **F.** Centroiden van onderhoudsmethoden en -perioden.



**Figuur 6.5** Correlaties tussen chlorofyl, fysische en chemische variabelen en de eerste twee assen van de ordinatorie van de water- en oeverplanten. Blauw = eerste kwartaal (winter), rood = derde kwartaal (zomer). Sommige variabelen zijn logaritmisch getransformeerd (zie Bijlage 6.1). Afkortingen in Bijlage 5.1.

Uit de diagrammen blijkt geen duidelijke invloed van de hoeveelheid boomgaarden in het waterlichaam op de planten, het percentage boomgaarden is negatief gecorreleerd met de vierde as, terwijl de EKR-scores voor de deelmaatlaten groeivormen en soortensamenstelling positief gecorreleerd zijn met deze as (Bijlage 6.4). Dat zou op een negatieve invloed van boomgaarden op de water- en oeverplanten wijzen.

In de afzonderlijke ordinatie van de kleiwateren hebben bodemgebruiksvormen significante correlaties met de derde as. Het percentage boomgaarden in het waterlichaam is negatief met deze as gecorreleerd; de percentages maïs en loofbos juist positief, evenals het aantal soorten in de krooslaag en de EKR van de submerse waterplanten. In de ordinatie van de veenwateren zijn geen significante relaties met het bodemgebruik.

## Hydro(morfo)logie

Figuur 6.4C geeft ook de herkomst van het inlaatwater aan. In het zandgebied (linksonder in het diagram) is er vaak geen inlaat, terwijl er in het veengebied (rechtsboven) voornamelijk Lekwater wordt ingelaten. Uit Figuur 6.4D blijkt bovendien dat er hier relatief veel water wordt ingelaten en dat de fluctuaties van het waterpeil hier groot zijn. Aan de linkerzijde van het diagram is de invloed van inlaatwater minder groot, wat ook zou kunnen blijken uit de (overigens niet-significante) correlatie van de eerste as met de afstand tot de rivier. In het middengebied van het diagram vindt inlaat van Maas-, Rijn- of Waalwater plaats.

Uit dit figuur blijkt ook dat de afmetingen van het water (zeer) sterk en significant gecorreleerd zijn met de eerste as van de ordinatie. De steil-

heid van het talud heeft, tegen de verwachting in, geen invloed op de samenstelling van de vegetatie (ook niet op de hogere assen). Ook de lengte heeft, conform de verwachting, geen invloed op de begroeiing. Enigszins verrassend, en vooralsnog zonder duidelijke oorzaak, is de significant negatieve correlatie van het totaal aantal kunstwerken in het waterlichaam met de eerste as.

In de ordinatie van de kleiwateren (Tabel 6.11) is de eerste as significant negatief gecorreleerd met de aanwezigheid van beschoeiing, de breedte en de diepte van het water en positief met de aanwezigheid van een aarden oever, de afstand tot de rivier en het peilverschil tussen zomer en winter (dat gaat samen met de hoeveelheid en aantallen van diverse groepen waterplanten). De hydromorfologie is hier dus de belangrijkste verklarende variabele.

Ook in de ordinatie van de veenwateren (Tabel 6.12) komt de belangrijke betekenis van de hydromorfologie naar voren: de diepte in het eerste kwartaal is negatief met de eerste as gecorreleerd, terwijl de inlaat van oppervlaktewater (overal Lekwater), slibdikte en breedte positief met de eerste as zijn gecorreleerd. Dat gaat samen met ruige oevers. Het peilverschil is hier significant negatief gecorreleerd met de scores van de opnamen op de tweede as.

Chlorofyl, fysische en chemische variabelen

De correlaties van chlorofyl, fysische en chemische variabelen met de ordinatieassen zijn vermeld in Bijlage 6.4. Van vrijwel alle gemeten variabelen zijn de correlaties van de assen met de verschillen tussen winter- en zomerwaarden van de betreffende omgevingsvariabelen significant ( $p < 0,05$ ). Daarom zijn in Figuur 6.5 de correlaties van de eerste twee assen met de zomer- en winterwaarden vermeld.

#### *Diepte en watertemperatuur*

In Figuur 6.4B is de correlatie tussen de gemiddelde waterdiepte over het hele jaar (Di) en de ordinatie-assen uitgezet. Deze ligt ongeveer midden tussen de correlaties met de zomer- en winterwaarden van Figuur 6.5. De winterwaarden (laag peil in het veengebied) zijn vooral met de eerste as gecorreleerd, de zomerwaarden (hoog peil in het veengebied) zijn vooral met de tweede as gecorreleerd. In de diepere wateren is de temperatuur hoger dan in de ondiepere wateren.

Ook in de afzonderlijke ordinaties voor klei- en veenwateren is de diepte steeds een belangrijke verklarende variabele. De wintertemperatuur is in de veenwateren positief met de eerste as gecorreleerd.

#### *Licht*

Voor de ondergedoken waterplanten kan licht een beperkende groeifactor zijn. In dit verband is het doorzicht (DZ) van belang, dat o.a. bepaald wordt door de hoeveelheid chlorofyl (Chl) en zwevende stof (ZS). Het doorzicht scoort 's-winters en nog meer 's-zomers laag op de eerste as, zodat de groei van ondergedoken waterplanten juist in de linkerzijde van het diagram het grootst kan zijn, zoals ook blijkt uit Figuur 6.3A. Een hoog doorzicht gaat meestal gepaard met lage waarden voor zwevende stof en chlorofyl, zoals ook blijkt uit Figuur 6.5.

In de ordinatie van de kleiwateren is het doorzicht in de zomer positief met de eerste as gecorreleerd. Er zijn dan relatief veel ondergedoken waterplanten. In de ordinatie van de veenwateren is het gehalte aan zwevende stof in de zomer negatief gecorreleerd met de eerste as en chlorofyl in de winter positief met de tweede as.

*Macro-ionen*

In Figuur 6.5 zijn calcium, waterstofbicarbonaat en chloride als macro-ionen beschouwd, evenals het elektrisch geleidingsvermogen (EGV), de Ionic Ratio (IR) en de zuurgraad (pH), die in belangrijke mate door de concentraties van de genoemde ionen worden bepaald. Sulfaat en ammonium, ook vaak belangrijk als macro-ionen, worden bij de zuurstofhuishouding besproken, terwijl nitraat bij de nutriënten ter sprake komt.

In de winter scoort bicarbonaat, een essentiële koolstofbron voor veel ondergedoken waterplanten, samen met calcium en de Ionic Ratio hoog in de linkerbovenhoek van het diagram, waar ook de meeste ondergedoken waterplanten, maar ook kroos en flab, voorkomen. In de zomer is er een totaal andere situatie: dan is bicarbonaat verschoven naar de rechterbovenhoek van het diagram, staat calcium dicht bij de tweede as en de Ionic Ratio staat iets rechts van het midden. Deze veranderingen zullen deels veroorzaakt zijn door inlaat van rivierwater (met een lagere IR), door opname van bicarbonaat door de waterplanten, maar ook door het vrijkomen van bicarbonaat bij sulfaatreductie.

In de ordinatie van de kleiwateren is er voor pH in de winter met de tweede as een positief en met de derde as een negatief verband. Op de derde as scoren ook chloride, geleidingsvermogen en magnesium negatief.

In de ordinatie van de veenwateren is er al op de eerste as een negatief verband met de zomerconcentraties van diverse macro-ionen in het derde kwartaal

*Zuurstofhuishouding*

Vanwege de sterke correlatie van de zuurstofconcentratie met het zuurstofverzadigingspercentage is in Figuur 6.5 alleen het laatste uitgezet. Verder zijn het biochemisch zuurstofverbruik (BZV), nitriet, ammonium, Kjeldahl-stikstof (sterk gecorreleerd met organisch gebonden stikstof), sulfaat en ijzer hier tot de zuurstofhuishouding gerekend. Nitraat, ook van belang voor de zuurstofhuishouding, is tot de nutriënten gerekend.

In de zomersituatie worden de hoogste zuurstof- en sulfaatconcentraties linksonder in het diagram gevonden: de laagste concentraties dus rechts boven, vooral in de veenwateren. Hier heersen sterk reductieve omstandigheden, waardoor het BZV hoog is. Door de afbraak van organisch materiaal zijn hier hoge concentraties van Kjeldahl-stikstof, nitriet en ammonium. De relatief hoge temperatuur in deze diepere wateren heeft een sterk stimulerende invloed op de afbraak van het organisch materiaal, o.a. door denitrificatie. Sulfaat is hier laag door intensieve sulfaatreductie, waarbij veel bicarbonaat vrijkomt. Door hoge concentraties van giftige stoffen als sulfiden en vrij ammoniak is dit is een ongunstig milieu voor waterplanten.

In de winter is de situatie in de rechterbovenhoek van het diagram heel anders, dan zijn er door de lagere waterstand meer oxidatieve omstandigheden, waarbij sulfiden worden geoxideerd en sulfaat ontstaat.

De ophoping van organisch materiaal en vervolgens weer de mineralisatie daarvan is een gunstige omgeving voor de ruigtkruiden, die zich vooral op de locaties aan de rechterzijde van het diagram ontwikkelen.

In de afzonderlijke ordinaties van de klei- en veenwateren spelen de indicatoren van de zuurstofhuishouding een minder prominente rol. In

de kleiwateren zijn er pas op de vierde as significante verbanden; voor nitriet en het biochemisch zuurstofverbruik in de winter en sulfaat in de zomer. In de veenwateren is er op de eerste as een significant negatieve correlatie met ammonium in de winter en met organisch gebonden stikstof in de zomer.

#### *Nutriënten*

Tot de nutriënten behoort behalve totaal-fosfaat vooral ook orthofosfaat, dat wel is gemeten, maar niet in Figuur 6.5 is weergegeven, omdat de correlaties met de ordinatie-assen sterk lijken op die van totaal-fosfaat. Uiteraard behoren ook de anorganische stikstofverbindingen tot de nutriënten. Hiervan wordt nitraat in het algemeen beter dan ammonium door planten opgenomen.

Het sulfide dat 's zomers vrijkomt op de locaties in de rechterbovenhoek van de ordinatiediagrammen verdrijft het fosfaat uit ijzerfosfaat-verbindingen, waardoor (zwarte) ijzersulfiden neerslaan en totaal-fosfaat in de waterlaag hoge concentraties bereikt, gepaard gaande met een in verhouding lage N/P-ratio. Verder speelt mee dat de N/P-ratio in de zandsloten veel hoger is dan in andere watertypen (Tabel 5.2). In de winter zijn de concentraties van totaal-fosfaat het hoogst aan de linkerzijde van het diagram.

In de afzonderlijke ordinatie van de kleiwateren (Tabel 6.11) spelen de nutriënten slechts een ondergeschikte rol, hoewel er positieve correlaties zijn tussen de winterconcentratie van nitraat op de eerste as. Kennelijk zijn de nutriënten in het kleigebied zo overvloedig aanwezig dat ze niet meer differentiërend zijn voor de groei van water- en oeverplanten.

Ook in het veengebied lijken de nutriënten door hun overmaat van secundair belang voor de differentiatie in de plantengroei van de onderzochte oppervlaktewateren. Op de eerste as is er een significant negatieve correlatie met het winterammonium. Pas op de vierde as zijn er positieve correlaties tussen (de winterconcentratie van) ortho-fosfaat en anorganische stikstofverbindingen. Die bevorderen het aantal soorten in de krooslaag en verminderen de EKR en de abundantie van o.a. submerse planten.

Overigens is het maar beperkt mogelijk om conclusies te trekken uit de concentraties van nutriënten in de waterlaag voor de groei van waterplanten, omdat vooral wortelende (emerse en submerse) waterplanten voedingsstoffen uit de waterbodem opnemen.

#### Zware metalen

De zware metalen (chromium, nikkel, koper, zink, cadmium en lood) scoren hoog aan de rechterzijde van het diagram. In de zomer scoren ze globaal gezien lager op de tweede as dan in de winter. In de rechterbenedenhoek van de ordinatie komen eigenlijk geen waterplanten voor. Hier ontwikkelen ruigtkruiden als koninginnenkruid en knikkend tandzaad zich optimaal.

In de afzonderlijke ordinatie van de kleiwateren is er op de eerste as een significant negatieve correlatie met de concentratie van lood in de zomer, van cadmium in de winter en koper in beide jaargetijden. In de ordinatie van de veenwateren heeft cadmium in de zomer een negatieve correlatie met de tweede as.

Het is moeilijk om hier conclusies aan te verbinden, want over de gevoeligheid van veel soorten planten voor zware metalen is weinig bekend. De Nijs e.a. (2008) geven een overzicht van de risico's van toxi-

sche stoffen in Nederlandse oppervlaktewateren. De maximaal gemeten concentraties van koper en zink in het rivierenland liggen, afhankelijk van het seizoen, elk afzonderlijk op 20 – 40% van het niveau waarop bij chronische blootstelling bij organismen in het algemeen vergiftigingsverschijnselen kunnen optreden. Bij de overige metalen liggen de concentraties op 1 – 7 % van dit niveau. Omdat toxische effecten van verschillende metalen additief zijn is het daarom zeker niet uitgesloten dat de zware metalen invloed hebben op het voorkomen van water- en oeverplanten. Complicerend is dat de toxiciteit afhankelijk is van verschillende factoren, zoals de aanwezigheid van oplosbaar organisch materiaal en de alkaliniteit (Zwolsman e.a. 2007).

## Onderhoud

De centroïden van de onderhoudsregio's (Figuur 6.4E) komen ongeveer overeen met de rangschikking van de bodem- en watertypen in Figuur 6.3B. Het Rijk van Nijmegen is een duidelijke uitzondering. Vanwege de zandige bodem van een deel van dit gebied zou men verwachten dat dit meer in de linkeronderhoek had gelegen. Mogelijk wordt dit verklaard door verschillen in schoningsmethoden, maar het is door het ontbreken van veel gegevens hiervoor moeilijk om daar goede uitspraken over te doen. Ook de Bommelerwaard heeft enigszins een uitzonderingspositie.

De centroïden van de verschillende intensieve onderhoudsmethoden, zoals maaien met de maaikorf of maaiboot en klepelen (bijna altijd zonder afvoeren van het materiaal) liggen allemaal in de linkershelft van het diagram (Figuur 6.4F). Het mildere onderhoud van natuurvriendelijke oevers ligt meer naar rechts. Ondanks het intensieve onderhoud van veel wateren kan zich vaak nog een in verhouding structuurrijke watervegetatie ontwikkelen (Figuur 6.4A). Dat lijkt wel op de oude boerenwijsheid 'snoeien doet groeien', maar voor de soortenrijkdom gaat dat niet op. Uit het tijdstip van onderhoud vallen geen duidelijke conclusies te trekken. Volgens Bijlage 6.4 heeft de onderhoudsfrequentie geen invloed op de verschillen tussen de opnamen op de eerste drie assen van de ordinatie. Op de vierde as scoort de onderhoudsfrequentie positief, evenals de EKR.

Bij de afzonderlijke ordinatie van de kleiwateren heeft de methode 'Varen en niet afvoeren' een significant negatieve correlatie met de eerste as en de methode 'Maaien en klepelen, niet afvoeren' een significant positieve correlatie met deze as. Dat zal natuurlijk met de afmetingen van de wateren samenhangen, maar er is toch ook een duidelijke samenhang met de vegetatie. In wateren waarin varen de meest voorkomende onderhoudsmethode is, ontwikkelen de oeverplanten zich het best en waar veel gemaaid en geklepeld wordt zijn het juist de waterplanten die zich het best ontwikkelen (Tabel 6.11). De vierde as vertoont een relatie met de aanwezigheid van natuurvriendelijke oevers. Voor de veenwateren zijn er maar van zeven opnames gegevens over het onderhoud.

Vanwege het grote aantal ontbrekende gegevens omtrent het onderhoud is het moeilijk om goede conclusies te trekken over de invloed daarvan op de samenstelling van de water- en oevervegetatie. Verder vertonen de ontwikkeling van de vegetatie en het onderhoud een wisselwerking: het onderhoud wordt vaak gestuurd door de vegetatieontwikkeling.

## 6.3. Samenvatting en conclusies

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | <p>In totaal zijn er 153 locaties met 168 opnamen van macrofyten, vooral uit 2007, maar ook uit 2006 en 2008. Hiervan zijn 128 opnamen uit sloten en kanalen op kleigrond (inclusief de Linge), 32 opnamen uit veen-sloten –en kanalen. Doordat er slechts acht opnamen uit beken en zand-sloten zijn is het moeilijk om over deze groep conclusies te trekken.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Soorten         | <p>Na taxonomische homogenisering zijn 158 soorten aangetroffen. Vrijwel alle aangetroffen soorten zijn in Nederland vrij algemeen tot zeer algemeen en kenmerkend voor (zeer) voedselrijke wateren en oevers.</p> <p>De meest voorkomende ondergedoken waterplanten zijn smalle waterpest, grof hoornblad en sterrenkroos. Deze zijn goed bestand tegen schonen met een veegboot. Ook flab is zeer algemeen en abundant. Kleine kroossoorten zijn bijna overal aanwezig en de gele plomp - goed bestand tegen schonen met de maaiboot - is de meest voorkomende drijvende waterplant. De belangrijkste bijzondere soort is het rivierfonteinkruid, dat in elf opnamen is gevonden. In een kleikanaal is een enkele maal parelvederkruid, een invasieve exoot, gevonden. Een andere invasieve exoot, de grote waternavel, is wat vaker gezien.</p> <p>De emerse waterplanten duiden op voedselrijke omstandigheden, met ophoping van organisch materiaal, waarbij toxische verbindingen als ammoniak en waterstofsulfide vrijkomen. De meest algemene soort hiervan is liesgras, goed bestand tegen frequent maaien. De algemeenste oeverplant is gele lis, die in vaak in sloten en kanalen met onder water steil aflopende oevers voorkomt. Ook ruigtkruiden als grote brandnetel en harig wilgenroosje zijn algemeen. Ze hebben een voorkeur voor plekken waar aangespoeld of afgemaaid organisch materiaal zich ophoopt. Soorten die kenmerkend zijn voor minder sterk bemeste waterkanten, zoals de dotterbloem, komen maar sporadisch voor.</p> |
| Kwaliteit (EKR) | <p>De gemiddelde EKR wijst met een waarde van 0,31 per opname op een ontoereikende waterkwaliteit. Als er, zoals dat volgens de KRW-methode zou moeten, scores van aggregaten van zes opnamen per waterlichaam berekend zouden kunnen worden, zou de kwaliteit wel beter, maar ten hoogste matig zijn. Met een gemiddelde van 0,28 is de score op de deelmaatlat groeivormen (lagen) nog geringer dan die op de deelmaatlat voor de soortensamenstelling. De oevervegetatie scoort altijd slecht. De onvoldoende structuurvariatie in de oever is een nog belangrijker stressor dan eutrofiëring, die vooral een overmatige ontwikkeling van flab en kroos veroorzaakt.</p> <p>De deelmaatlaten voor de groeivormen en de soortensamenstelling geven heel verschillende informatie. In het gebied geeft de deelmaatlat voor de soortensamenstelling, die hier voornamelijk door emerse en oeverplanten wordt bepaald, meestal een gunstiger beeld van de waterkwaliteit van de deelmaatlat voor de groeivormen, die voornamelijk door de waterplanten wordt bepaald.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Hydromorfologie | <p><i>Dimensies</i></p> <p>De breedte en diepte van het water behoren in het gebied tot de belangrijkste milieuvariabelen voor de verspreiding van water- en oeverplanten.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Het totale aantal soorten water- en oeverplanten is gemiddeld het hoogst in de smalle kanalen (21). In de andere breedteklassen zijn er gemiddeld 17-18 soorten water- en oeverplanten.

Voor de bedekking van de ondergedoken waterplanten, maar ook die van flab en kroos, neemt binnen elke grondsoort (klei, veen, zand) af met toenemende breedte van het water. Sterrenkroos en grof hoornblad doen het ook in de bredere kanalen nog goed. De drijfslaag (gele plomp, witte waterlelie) is best ontwikkeld in de smalle en brede kanalen.

Voor de emerse planten lijken de dimensies weinig uit te maken. Het aantal soorten en de bedekking van oever- en landplanten, zoals scherpe zegge, moerasvergeet-mij-nietje en waterzuring, is het hoogst in de brede kanalen.

Er kan geen relatie worden vastgesteld tussen de helling van het talud en de plantengroei.

#### *Waterpeil*

In het gebied is op veel plaatsen het zomerpeil hoger dan het winterpeil, tegen de natuurlijke variatie in. Hoewel dit naar verwachting overal in het gebied invloed zal hebben op de plantengemeenschappen is er bij de statistische analyse alleen een negatieve correlatie tussen het peilver-schil en de score op de tweede ordinatie-as van de veenwateren. Op deze as scoort het aantal plantensoorten juist positief.

#### *Waterinlaat*

De invloed van waterinlaat is vooral in de veenwateren goed aantoonbaar. Locatie met veel waterinlaat hebben vaak dichter begroeide (rui-gere) oevers en een dikkere sliblaag, wat ongunstig is voor veel waterplanten.

#### Grondsoort

Het gemiddeld aantal soorten per opname is op veen (24) wat hoger dan op klei (20). Op klei hebben de ondergedoken planten en flab een grotere bedekking dan op veen en voor de drijvende planten is dat net omgekeerd. Glanzig, tener en gekroesd fonteinkruid en aarvederkruid komen vrijwel exclusief op kleiondergrond voor. Puntkroos, grote kroosvaren, gele plomp en witte waterlelie zijn in de veenwateren frequenter dan op klei.

De bedekking van de oever- en landplanten is op het veen hoger dan op de klei. Bijvoorbeeld riet, moeraszegge en gele lis zijn frequenter op veen dan op klei en voor pijlkruid en scherpe zegge is dat net andersom.

#### Bodemgebruik

Op korte afstand vertoont het bodemgebruik soms grote verschillen, terwijl de sloten en kanalen in contact staan met een groter gebied. Daardoor is de invloed van het gebruik van het aangrenzende perceel op de plantengroei van het water meestal niet direct aantoonbaar. Wel zijn er relaties met het bodemgebruik in het waterlichaam, ook al is deze indirect. In de kleiwateren zou de aanwezigheid van veel boomgaarden enige negatieve invloed op de EKR kunnen hebben. Veel maïs zou dan weer positief uitpakken, maar dat gaat dan weer gepaard met relatief veel loofbos.

#### Begroeiing oevers

In de veenwateren scoort een dichte begroeiing van de oever, met hoge kruiden, hoog op de eerste ordinatie-as, samen met o.a. inlaat van oppervlaktewater en slibdikte. De aanwezigheid van een ruige oevervegetatie lijkt hier eerder gevolg dan oorzaak.

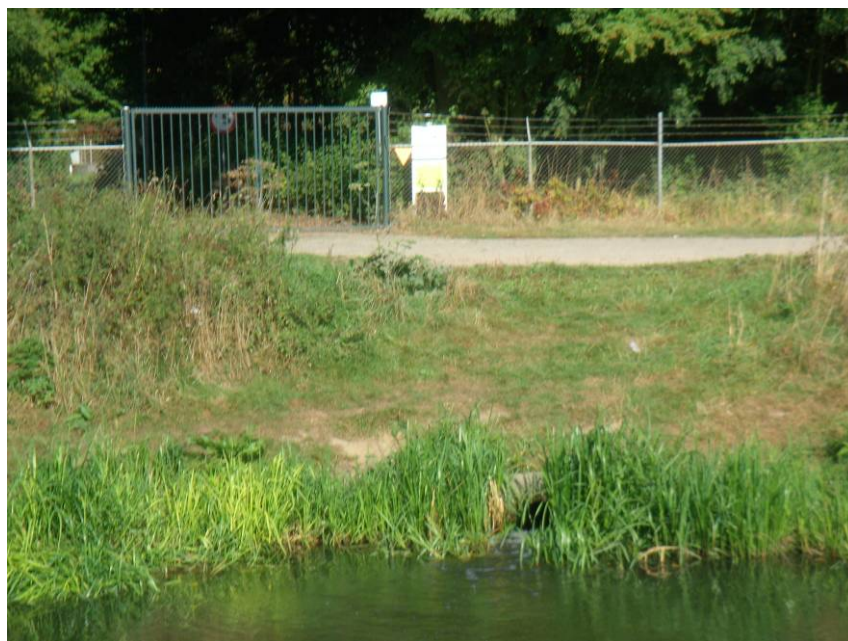
|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Temperatuur         | De temperatuur neemt toe met de waterdiepte. Een hogere temperatuur kan voor de plantengroei van belang zijn door een sneller verloop van biogeochemische (afbraak)processen, zoals sulfaatreductie en denitrificatie.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Licht               | Ondergedoken waterplanten hebben voldoende licht nodig om te kunnen groeien. In de wateren op kleigrond gaan hogere waarden voor het doorzicht vaak samen met meer ondergedoken waterplanten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Macro-ionen         | Bicarbonaat en EGV zijn sterk gecorreleerd met de eerste as van de ordinatie van alle opnamen. Ondergedoken waterplanten ontwikkelen zich het beste op locaties met hoge winterbicarbonaatgehalten. Vooral in de veenwateren is er op de eerste as van de ordinatie een sterk verband met de macro-ionen. Hier geldt: hoe hoger de concentraties van macro-ionen, hoe minder plantensoorten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Zuurstofhuishouding | Er zijn grote verschillen in de zuurstofhuishouding van klei- en veenwateren. Bij lage zuurstofgehalten kunnen er voor planten toxische concentraties optreden van gereduceerde stikstof- en zwavelverbindingen, zoals ammoniak en waterstofsulfide. Verder ontstaan bij lage zuurstofgehalten ijzersulfiden, waardoor fosfaat uit ijzerfosfaten wordt vrijgemaakt. Hierdoor ontstaat (interne) eutrofiëring. Door de hoge gehalten aan afbreekbaar organisch materiaal treden deze verschijnselen meer op in veen- dan in kleiwateren, waardoor de veenwateren veel hogere fosfaatconcentraties hebben dan de kleiwateren.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Nutriënten          | De verschillen in concentraties van fosfaten en anorganische stikstofverbindingen tussen klei- en veenwateren zijn ongetwijfeld voor een deel de oorzaak van verschillen in plantengroei in de wateren van beide grondsoorten. De concentraties van nutriënten zijn meestal hoog genoeg voor de groei voor water- en oeverplanten. Binnen de kleiwateren zijn er geen significante correlaties tussen de soortensamenstelling van de planten en de fosfaatconcentraties gevonden, hoewel fosfor gezien de hoge stikstofconcentraties toch beperkend is voor de plantengroei. Binnen de veenwateren is alleen een positieve correlatie tussen de vierde ordinatie-as (verklaart slechts 3,4% van de variatie in soortensamenstelling) gevonden, wat samengaat met een stijging van het aantal soorten in de krooslaag. Binnen de kleiwateren heeft nitraat een positief verband met de eerste en derde ordinatie assen, wat o.a. samengaat met de EKR op de deelmaatlat voor de ondergedoken waterplanten. Bij de veenwateren is er voor stikstof alleen een negatieve correlatie tussen de eerste as en het winterammoniumgehalte. |
| Zware metalen       | Over de relaties tussen het voorkomen van water- en oeverplanten en zware metalen is niet veel bekend, waardoor het moeilijk is om iets te zeggen over de betekenis van de gevonden relaties. Bij de kleiwateren zijn er negatieve correlaties tussen lood, cadmium en koper op de eerste ordinatie-as, samengaan met een hogere score van de EKR op de deelmaatlat soortensamenstelling. Bij de veenwateren scoren hogere cadmiumgehalten in de zomer laag op de tweede ordinatie-as, tegovergesteld aan het aantal plantensoorten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Onderhoud           | <p>Ondanks het intensieve onderhoud van veel wateren ontwikkelt zich vaak nog een in verhouding structuurrijke vegetatie. De meest algemene soorten water- en oeverplanten in het gebied zijn goed bestand tegen schoning.</p> <p>Uit de beschikbare gegevens kan alleen maar een zeer ondergeschikte rol van de onderhoudsfrequentie worden vastgesteld, maar dat zegt niet</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

veel als alle wateren ten minste twee maal per jaar en soms vier maal per jaar worden geschoond.

In de wateren op kleigrond gaat varen met de maaiboot samen te gaan met een betere ontwikkeling van de oevervegetatie en maaien en klepelen met een betere ontwikkeling van de oevervegetatie. Over de invloed van verschillende onderhoudsmethoden valt verder niet veel te zeggen, omdat deze ook tamelijk uniform zijn (meestal maaien met de maaikorf en/of klepelen, zonder afvoer in/bij smallere wateren en varen met de maaiboot, zonder afvoer in bredere wateren). Veel gegevens over het onderhoud zijn onbekend, terwijl verder de effecten van de maaimethoden lastig zijn te kwantificeren en wisselwerking met de vegetatie vertonen: onderhoud is vaak gestuurd door vegetatieontwikkeling.

Kort gezegd:

*De meest voorkomende soorten water- en oeverplanten zijn kenmerkend voor (zeer) voedselrijke omgeving en zijn goed bestand tegen de intensieve schoning van de watergangen. De steile kanten geven weinig ruimte voor de ontwikkeling van een diverse oeverzone. Doordat het bij de schoning gemaaid organisch materiaal niet wordt verwijderd ontwikkelen zich ruigtkruiden op de oevers. De kwaliteit van de vegetatie is ontoereikend, vooral door de slechte ontwikkeling van de drijvende waterplanten en de oeverbegroeiing. In wateren die met de maaiboot worden geschoond ontwikkelen de ondergedoken waterplanten en de andere groeivormen zich slechter dan in wateren waar de maaikorf en klepelmaaier worden gebruikt. Voor de soortensamenstelling lijken de verschillen in onderhoud in het gebied niet van grote betekenis. Verschillen in grondsoort en afmetingen van het water zijn voor de vegetatie van groter belang dan verschillen in concentraties van nutriënten.*



NL\_09\_07\_02 (Kanalen Bloemers) Effluentlozing RWZI Bergharen in de Nieuwe Wetering (breed kleikanaal)

## 7. Fytoplankton

Het fytoplankton bestaat uit de vrij in het water zwevende, aan het wateroppervlak hangende of daarop drijvende, microscopische algen. Dat zijn ééncellige, plantaardige organismen, die al of niet in kolonies zijn verenigd. In dit eigenlijke fytoplankton bevinden zich ook vaak losgeslagen cellen van algen die hun eigenlijke habitat hebben op de bodem of aangehecht aan vaste substraten, zoals waterplanten, het zogenaamde tychoplankton.

De afzonderlijke individuen zijn met het blote oog niet zichtbaar, maar massale hoeveelheden daarvan ('planktonbloei') zijn dat wel. Afhankelijk van de betreffende soorten geven zij dan een groene (groenwieren), bruine (kiezelwieren of diatomeeën) of blauwgroene ('blauwwieren') kleur aan het water. Overigens ontbreekt bij de 'blauwwieren' de celkern, waardoor het eigenlijk bacteriën zijn. Een meer correcte aanduiding is daarom 'cyanobacteriën'. Omdat hun vorm en functie goed aansluit op de overige groepen uit het fytoplankton worden ze vaak als algen (synoniem van wieren) beschouwd, hetgeen in het vervolg ook zal gebeuren.

### 7.1. Methoden

#### 7.1.1. Veld- en laboratoriumonderzoek

De bemonstering en analyse van het chlorofyl-*a*-gehalte is simultaan met die van de waterchemie uitgevoerd (zie § 5.2).

Voor de bemonstering van het fytoplankton is in beginsel de methode van het ecologisch beoordelingssysteem voor kanalen (STOWA 1994) gevolgd.

Voor het bepalen van de hoeveelheden van de soorten zijn op elke monsterdatum per locatie op twee plaatsen aan weerszijden van het kanaal op vijf verschillende diepten, gelijkelijk verdeeld tussen oppervlakte en bodemdiepte, monsters genomen van 1 l. Na menging is hiervan een monster van 1 l genomen, dat is gefixeerd met enkele milliliters lugol. Indien de determinatie lang op zich liet wachten is nagefixeerd met formaline (40%). Na twee weken bezinken in een cuvet is een deel van het materiaal bekeken met een omkeermicroscop bij een vergroting van 400 – 600 x met helderveldbelichting.

Er is tenminste gedetermineerd tot het niveau van geslacht, zoals dat voor de toepassing van het Ebeo-systeem nodig is (Bijlage 4 in STOWA 1994), maar vaak is tot op de soort verder gedetermineerd. De gebruikte determinatieliteratuur is vermeld in Bijlage 7.1.

Van elk monster zijn steeds ongeveer 200 individuen geteld. Een individu uit kan bestaan uit één cel of een kolonie van cellen, zoals een draad. Na de telling is het preparaat nog doorzocht op soorten die niet in de telling zijn gevonden: die zijn gescoord als één individu.

Uit de volumina van het monster voor en na concentreren, de hoeveelheid van de in de cuvet gebrachte vloeistof, het aantal getelde beeldvelden, de oppervlakten van het beeldveld en het cuvet en het aantal getelde individuen is het aantal individuen per milliliter berekend (NEN 2006).

## 7.1.2. Verwerking

### Chlorofyl-a

Van de chlorofylconcentraties zijn per locatie zomergemiddelden berekend over alle jaren met beschikbare gegevens. Toetsingen zijn uitgevoerd met de KRW-typen uit Bijlage 2.1 op de landelijke maatlaten voor sloten en kanalen (Evers e.a. 2007). Voor KRW-typen zonder fytoplanktonmaatlat (M1a, M02, R05, R06 en R08) is de maatlat voor M03 (gebufferde regionale kanalen) gebruikt. De verschillen tussen de gebruikte chlorofylmaatlaten van de typen M03, M6a, M10 en M27 zijn slechts gering. De verhoudingen tussen N en P en N en chlorofyl-a zijn berekend na afrek van inerte fractie van 0,67 mg/l N (Portielje & Van der Molen 1998).

### Administratieve correcties soortenlijsten

De ruwe totaalijst omvat 300 taxa, geschreven in hoofdletters. De namen werden omgezet naar de gebruikelijke schrijfwijze, met alleen de eerste letter als hoofdletter. Bij 15 taxa waren auteursnamen vermeld, die in verband met de vergelijkbaarheid werden verwijderd. Bij drie taxa zijn onderstrepen omgezet naar koppeltekens (bijvoorbeeld *Anabaena flos\_aquae* → *Anabaena flos-aquae*), de afgekorte naam *Scenedesmus quadr.* werd omgezet naar *Scenedesmus quadricauda* en enkele overbodige punten achter taxonnamen werden verwijderd.

Bij deze correcties bleken enkele van de taxa synoniemen te zijn. Die zijn dan samengevoegd.

De monsters van twee locaties met verschillend nummer bleken identiek te zijn. Na navraag van het juiste nummer werden die van de onjuiste locatie uit het bestand verwijderd.

## Taxonomische correcties

Zes taxa zijn oorspronkelijk gedetermineerd als *Synedra*'s. Deze zijn overgebracht naar *Fragilaria*, waarbij *F. acus* als een vorm van *F. ulna* is beschouwd. De gebruikte namen zijn omgezet naar de meest recente versie van de TWN-lijst, maar bij de verdere verwerking moest daarvan gedeeltelijk worden afgeweken wegens incompatibiliteit met de door het waterschapslaboratorium gebruikte taxonomische indeling (zie laatste kolom van Bijlage 7.2).

Na het toepassen van de administratieve en taxonomische correcties resteerde een lijst van 297 taxa.

## Vergelijkbaar maken van de tellingen

Bij het verwerken van de gegevens bleek dat in veel monsters de opgegeven aantallen individuen per milliliter tot een factor 1000 hoger zijn dan op grond van expertise en de gemeten chlorofylgehalten kan worden verwacht. Na terugkoppeling met het laboratorium bleek dat er waarschijnlijk decimale en mogelijk ook andere fouten bij de omrekening van de getelde aantallen naar dichtheden zijn gemaakt.

Daarom zijn de opgegeven absolute dichtheden omgerekend naar procentuele hoeveelheden per monster. Daartoe zijn uit elk monster eerst de taxa verwijderd met de laagste dichtheid. Dat zijn er in verreweg de meeste gevallen meer dan één per monster. Het zijn de taxa die alleen buiten de tellingen zijn gevonden en oorspronkelijk met een aanwezigheid van één individu zijn gescoord, zoals blijkt uit een enkele steekproefsgewijze vergelijking met de oorspronkelijke laboratoriumgegevens. De gezamenlijke hoeveelheid van alle taxa in het monster is vervolgens op 100% gesteld en het aandeel van elk taxon hieraan is berekend.

Omdat in vrij veel monsters niet tot op de soort is gedetermineerd zijn de hoeveelheden per geslacht (genus) berekend. De geslachten zijn daarbij ingedeeld in hoofd- en subgroepen, zoals vermeld in Tabel 7.1. De indeling is ontleend aan Christensen (1980-1994) en de meest recente versie van de TWN-nomenclatuur voor fytoplankton en diatomeeën.

Tabel 7.1. Indeling van fytoplankton volgens Christensen (1980-1994) en TWN (mei 2010).

| Afk. | Hoofdgroep    | Subgroep                     |
|------|---------------|------------------------------|
| BC   | Blauwwieren   | Chroococcales                |
| BN   | Blauwwieren   | Nostocales                   |
| BO   | Blauwwieren   | Oscillatoriales              |
| GC   | Groenwieren   | Chlorococcales               |
| GO   | Groenwieren   | Overig (vooral Volvocales)   |
| SI   | Groenwieren   | Sieralgen                    |
| OO   | Oogwieren     |                              |
| CR   | Cryptofyten   |                              |
| PA   | Pantserwieren |                              |
| CH   | Goudwieren    |                              |
| DI   | Diversen      | vooral kleurloze flagellaten |
| KC   | Kiezelwieren  | Centricaten                  |
| KZ   | Kiezelwieren  | Planktonische pennaten       |
| KP   | Kiezelwieren  | Benthische pennaten          |

## Correlaties

Voor het berekenen van product-moment-correlatiecoëfficiënten is gebruik gemaakt van de betreffende functie in Excel. Ze zijn getoetst met de daaruit afgeleide toetsingsgrootte aan een t-verdeling ([www.kennisbasisstatistiek.net](http://www.kennisbasisstatistiek.net)).

## 7.2. Resultaten

### 7.2.1. Chlorofyl-a en groeilimitatie

De zomergemiddelden per watertype zijn weergegeven in Tabel 7.2, samen met de nutriëntenconcentraties en de EKR-waarden. In Tabel 7.3 is voor een beperkt aantal locaties ook de chlorofylconcentratie voor de afzonderlijke jaren vermeld. De zomergemiddelde chlorofyl-a-concentraties kunnen van jaar tot jaar zeer sterk verschillen. Vaak is er één kwaliteitsklasse verschil. In de Alblas is het verschil zelfs twee klassen.

De tN:tP-verhoudingen liggen ruim boven de verhouding van de Redfield-ratio van ongeveer 16, zoals die geldt voor planktonalgen, wat wijst op fosfaatbeperking van de algengroei, als er al sprake is van beperking van de algengroei door nutriënten (Redfield 1958). De verhoudingen Chl-a/tN en Chl-a/tP liggen in alle watertypen zeer ruim lager dan de 95-percentielen in Nederlandse meren (respectievelijk 60 en 750 volgens Portielje & Van der Molen 1998). Dat betekent dat er veel minder fytoplanktonbiomassa aanwezig is dan de nutriëntenconcentraties zouden toestaan. Kennelijk wordt de hoeveelheid algen beperkt door andere factoren dan nutriënten, zoals licht, verblijftijd of begrazing door zoöplankton.

In Tabel 7.4 is zijn per type en kwaliteitsniveau de aantallen locaties en de gemiddelde concentraties van totaal-fosfaat en totaal-stikstof vermeld. Van de 102 locaties met beschikbare metingen behalen er 10 het MEP, terwijl nog eens 69 locaties voldoen aan het GEP op de landelijke deelmaatlaten voor chlorofyl-a. De gemiddelde concentratie van P-totaal neemt duidelijk toe met afnemende kwaliteit, hoewel er nauwe-

Tabel 7.2 Zomergemiddelden voor alle jaren van chlorofyl-a, nutriënten en EKR op de deelmaatlat fytoplankton per watertype.

| Type               | Aantal locaties | Chl-a (µg/l) | tN (mg/l) | tP (mg/l) | N/P at/at | Chl-a/tN (µg/mg) | Chl-a/tP (µg/mg) | EKR  |
|--------------------|-----------------|--------------|-----------|-----------|-----------|------------------|------------------|------|
| Beken              | 2               | 4            | 4,6       | 0,03      | 364       | 1                | 117              | -    |
| Zandsloten         | 4               | 27           | 4,3       | 0,12      | 184       | 12               | 161              | 0,68 |
| Smalle kleikanalen | 20              | 15           | 2,0       | 0,12      | 59        | 13               | 143              | 0,71 |
| Kleislotten        | 19              | 15           | 2,7       | 0,14      | 78        | 9                | 133              | 0,71 |
| Brede kleikanalen  | 25              | 21           | 2,3       | 0,12      | 59        | 20               | 202              | 0,64 |
| Linge              | 11              | 12           | 2,4       | 0,11      | 63        | 8                | 118              | 0,74 |
| Smalle veenkanalen | 5               | 33           | 2,8       | 0,30      | 36        | 18               | 146              | 0,55 |
| Brede veenkanalen  | 16              | 22           | 2,3       | 0,29      | 29        | 14               | 85               | 0,64 |
| Alle typen         | 102             | 18           | 2,5       | 0,15      | 68        | 14               | 144              | 0,68 |

Tabel 7.3. Zomergemiddelde chlorofyl-a-concentraties ( $\mu\text{g/l}$ ) in 2006 – 2008 en aantal monsters voor soortensamenstelling van fytoplankton per locatie per maand in 2006. In kleur zijn de KRW-klassen onderscheiden na toetsing volgens de KRW-watertypen uit Bijlage 2.1. **Blauw** = voldoet aan MEP, **Groen** = voldoet aan GEP, **geel** = matig, **oranje** = ontoereikend, **rood** = slecht. Voor de met \* aangegeven locaties zijn geen KRW-fytoplanktonmaatlaten beschikbaar en is de maatlat voor type M03 (gebufferde regionale kanalen) gebruikt. De getallen zijn hier grijs gedrukt en de toetsresultaten zijn flets weergegeven.

| Type<br>Loc. Omschrijving             | Zomergemiddelde Chl-a |     |     |         | Aantal monsters per maand (2006) |     |     |     |     |     |      |
|---------------------------------------|-----------------------|-----|-----|---------|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|                                       | '06                   | '07 | '08 | '06-'08 | mei                              | jun | jul | aug | sep | okt | alle |
| <b>Zandsloot</b>                      |                       |     |     |         |                                  |     |     |     |     |     |      |
| 23_08 Nifrikse Wetering*              | 88                    | 73  | 103 | 89      | 1                                | 1   | 1   | 3   | 1   |     | 7    |
| <b>Kleislotten</b>                    |                       |     |     |         |                                  |     |     |     |     |     |      |
| 09_01 Van Heemstrawetering            | 15                    | 7   | 27  | 18      | 1                                |     |     |     |     |     | 1    |
| 23_09 Zeedijkse Leigraaf*             | 44                    | 6   | 14  | 24      |                                  | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 6    |
| <b>Smalle kleikanalen</b>             |                       |     |     |         |                                  |     |     |     |     |     |      |
| 10_02 Afwateringskanaal Altena        | 24                    | 15  | 17  | 20      |                                  | 1   |     |     |     |     | 1    |
| 22_01 Kanaal naar van Dam van Brakel* | 10                    | 8   | 10  | 9       |                                  |     | 1   |     |     |     | 1    |
| <b>Brede kleikanalen</b>              |                       |     |     |         |                                  |     |     |     |     |     |      |
| 02_01 Wijde Alm                       | 12                    | 26  | 20  | 19      |                                  | 2   | 1   | 1   | 2   | 1   | 7    |
| 08_02 Welse Wetering                  | 16                    | 15  | 12  | 14      | 1                                |     |     |     |     |     | 1    |
| 10_03 Afwateringskanaal Altena        | 26                    | 21  | 38  | 28      |                                  | 1   |     |     |     |     | 1    |
| 12_02 Reefwetering                    | 18                    | 13  | 13  | 15      |                                  |     |     | 1   |     |     | 1    |
| 15_04 Oostkil*                        | 27                    | 11  | 23  | 21      |                                  | 2   |     | 1   | 2   | 1   | 6    |
| 15_05 Oostkil*                        | 27                    | 11  | 23  | 21      |                                  | 2   |     | 1   | 2   | 1   | 6    |
| 15_06 Bruine Kil*                     | 10                    | 7   | 20  | 12      |                                  | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 6    |
| 15_08 Bakkerskil*                     | 52                    | 42  | 10  | 36      |                                  | 2   | 1   | 1   | 2   | 1   | 7    |
| <b>Smal veenkanaal</b>                |                       |     |     |         |                                  |     |     |     |     |     |      |
| 05_01 Buiten Giessen                  |                       |     | 26  | 26      |                                  | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 6    |
| <b>Breed veenkanaal</b>               |                       |     |     |         |                                  |     |     |     |     |     |      |
| 01_01 Alblas                          |                       | 17  | 50  | 30      |                                  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 5    |
| 05_03 Giessen                         |                       | 14  | 29  | 19      |                                  | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 6    |
| <b>Alle typen</b>                     | 30                    | 20  | 27  | 26      | 2                                | 16  | 9   | 13  | 18  | 10  | 68   |

Tabel 7.4 Gemiddelde concentraties van P-totaal en N-totaal en aantal locaties per KRW-kwaliteitsklasse per watertype op de deelmaatlat chlorofyl voor fytoplankton.

| Type               | P-totaal gemiddeld (mg/l) |      |      |       |         |      | N-totaal gemiddeld (mg/l) |     |     |       |         |       | aantal locaties |     |     |       |         |      |
|--------------------|---------------------------|------|------|-------|---------|------|---------------------------|-----|-----|-------|---------|-------|-----------------|-----|-----|-------|---------|------|
|                    | geen                      | MEP  | GEP  | matig | ontoer. | Alle | geen                      | MEP | GEP | matig | ontoer. | alles | geen            | MEP | GEP | matig | ontoer. | Alle |
| Beken              | 0,03                      |      |      |       |         | 0,03 | 4,6                       |     |     |       |         | 4,6   | 2               |     |     |       |         | 2    |
| Zandsloten         |                           | 0,06 | 0,14 |       | 0,21    | 0,12 |                           | 4,9 | 5,0 |       | 2,6     | 4,3   |                 | 2   | 1   |       | 1       | 4    |
| Kleislotten        |                           | 0,05 | 0,15 | 0,13  |         | 0,14 |                           | 5,3 | 2,5 | 3,0   |         | 2,7   |                 | 1   | 15  | 3     |         | 19   |
| Smalle kleikanalen |                           | 0,08 | 0,14 | 0,13  |         | 0,12 |                           | 2,2 | 2,0 | 2,6   |         | 2,0   |                 | 4   | 13  | 3     |         | 20   |
| Brede kleikanalen  |                           | 0,09 | 0,11 | 0,15  | 0,10    | 0,12 |                           | 3,3 | 2,2 | 1,9   | 3,0     | 2,3   |                 | 2   | 16  | 5     | 2       | 25   |
| Linge              |                           | 0,10 | 0,11 |       |         | 0,11 |                           | 2,4 | 2,4 |       |         | 2,4   |                 | 1   | 10  |       |         | 11   |
| Smalle veenkanalen |                           |      | 0,21 | 0,23  | 0,63    | 0,30 |                           |     | 2,4 | 2,5   | 4,1     | 2,8   |                 |     | 2   | 2     | 1       | 5    |
| Brede veenkanalen  |                           |      | 0,27 | 0,23  | 0,60    | 0,29 |                           |     | 2,2 | 2,8   | 2,7     | 2,3   |                 |     | 12  | 3     | 1       | 16   |
| Alle typen         | 0,03                      | 0,08 | 0,16 | 0,17  | 0,33    | 0,15 | 4,6                       | 3,3 | 2,3 | 2,5   | 3,1     | 2,5   | 2               | 10  | 69  | 16    | 5       | 102  |

lijks verschil is tussen de locaties met een goede en matige kwaliteit, maar dat kan ook samenhangen met het relatief geringe aantal locaties met een matige kwaliteit. Er is geen duidelijke afname van de gemiddelde concentratie van totaal-stikstof met een toename van de kwaliteit.

De concentratie lijkt op locaties met het MEP zelfs nog hoger te zijn dan op die met het GEP.

## 7.2.2. Soortensamenstelling

### Locaties en monsters

In totaal zijn er 16 locaties onderzocht (Tabel 7.3). Het betreft maar een gering aantal wateren, voornamelijk in het westelijk deel van het gebied: relatief veel kreekrestanten en in mindere mate (voormalige) veenriviertjes. Begeleidende chlorofylmetingen zijn op 13 locaties van drie jaren bekend, van de overige locaties slechts van 1-2 jaren. De soortensamenstelling is alleen onderzocht in 2006, in 68 fytoplanktonmonsters. Van tien locaties is de soortensamenstelling in meerdere monsters in het zomerhalfjaar onderzocht. Voor locaties in watertypen waarvoor fytoplanktonmaatlatten beschikbaar zijn is in Tabel 7.3 in kleur ook het toetsingsresultaat weergegeven.

De chlorofyl-*a*-gehalten van de ene zandsloot (88 µg/l) en de ene kleisloot (44 µg/l) waarvan gegevens over chlorofyl en de soortensamenstelling bekend zijn, liggen aanmerkelijk hoger dan de gemiddelde chlorofylconcentraties van zulke sloten (vergelijk bijvoorbeeld de waarden uit Tabel 7.3 met die in Tabel 7.2) en duiden op zeer voedselrijke omstandigheden in deze sloten. Zowel in het Ebeo-systeem voor sloten (Franken e.a. 2006) als in de KRW-maatlatten voor sloten en kanalen (Evers e.a. 2007) ontbreken maatlatten voor chlorofyl in zandsloten, maar de aangetroffen concentraties duiden niet op een hoog ecologisch niveau.

In de acht brede kleikanalen en de drie veenkanalen liggen de zomer-gemiddelden van chlorofyl-*a* tussen 17 en 52 µg/l en zijn daarmee vergelijkbaar met die van andere kanalen van deze typen (Tabel 7.2). De concentraties in de brede kleikanalen, exclusief de killen, duiden op een matige tot goede kwaliteit. Voor de killen ontbreekt een KRW-toetsingskader, maar de kwaliteit is meestal vergelijkbaar met die in de overige kleikanalen. Alleen de Bakkerskil scoort soms slechter. Het smalle veenkanaal voldoet net niet aan het GEP, terwijl de brede veenkanalen een wisselend resultaat geven. De gemiddelden van milieuvariabelen van locaties die meer dan eens zijn bemonsterd op fytoplanktonsamenstelling zijn vermeld in Tabel 7.5.

### Overzicht

De gemiddelde procentuele hoeveelheden van de aangetroffen geslachten per locatie zijn vermeld in Bijlage 7.2. De meest voorkomende geslachten van de locaties die meer dan eens zijn bemonsterd zijn vermeld in Tabel 7.5, samen met de chlorofyl-*a*-concentraties.

De 42 geslachten uit Tabel 7.6 zijn goed voor 98,5% van de hoeveelheid. Van de brede kleikanalen, waarvan relatief veel (vijf) locaties zijn onderzocht is, de gemiddelde samenstelling van de hoofdgroepen weergegeven in Figuur 7.1.

Het meest voorkomende geslacht is *Cryptomonas*, met 25% van het aantal gevonden individuen. De soorten van dit geslacht komen in zoet water voor en zijn uitgerust met twee flagellen (zweepharen), waardoor ze zich gemakkelijk actief in de waterkolom kunnen verplaatsen als de milieuomstandigheden veranderen.

Tabel 7.5. Gemiddelden van geselecteerde milieuvariabelen van beschikbare locaties met fytoplanktonanalyses per watertype in 2006. Variabelen met significante ( $p < 0,05$ ) correlaties met een of meer hoofdgroepen van algen zijn onderstreept. n = aantal locaties. Typen verklaard in Tabel 2.1 en afkortingen variabelen verklaard in Bijlage 5.1. \* = (meetkundig) gemiddelde berekend na terugtransformatie van logaritmisch getransformeerde basisgegevens.

| Groep                         | Type   | SZ   | SK   | Kb   | Vs              | Vb              | Alle |   |
|-------------------------------|--------|------|------|------|-----------------|-----------------|------|---|
| Variabele                     | eenh.  | n    | 1    | 1    | 4               | 0               | 1    | 7 |
| Hydromorfologie en helderheid |        |      |      |      |                 |                 |      |   |
| Breedte*                      | m      | 7,0  | 1,5  | 39,9 | -               | 25,0            | 20,1 |   |
| Diepte*                       | dm     | 5,0  | 4,5  | 9,1  | -               | 7,5             | 7,6  |   |
| Slibdikte*                    | dm     | 0,01 | 0,81 | 0,56 | -               | 2,01            | 0,38 |   |
| Doorzicht                     | m      | 0,43 | 0,40 | 0,57 | -               | 0,50            | 0,52 |   |
| Nutriënten en chlorofyl-a     |        |      |      |      |                 |                 |      |   |
| NH <sub>4</sub> *             | mg/l N | 0,13 | 0,35 | 0,20 | -               | 0,22            | 0,21 |   |
| NO <sub>3</sub>               | mg/l N | 0,50 | 0,58 | 0,30 | -               | 0,32            | 0,36 |   |
| NO <sub>2</sub>               | mg/l N | 0,02 | 0,04 | 0,03 | -               | 0,05            | 0,03 |   |
| tN                            | mg/l N | 2,53 | 2,16 | 2,12 | -               | 2,88            | 2,27 |   |
| tP*                           | mg/l P | 0,20 | 0,11 | 0,10 | -               | 0,21            | 0,12 |   |
| N:P <sup>a</sup>              | at/at  | 20,5 | 30,7 | 31,3 | -               | 23,2            | 28,9 |   |
| Chl-a                         | µg/l   | 88   | 44   | 26   | 26 <sup>a</sup> | 16 <sup>b</sup> | 32   |   |
| Chl-a:tN <sup>a</sup>         | µg/mg  | 35   | 20   | 12   | -               | 5               | 14   |   |
| Chl-a:tP                      | µg/mg  | 441  | 412  | 249  | -               | 75              | 259  |   |
| Zuurstofhuishouding           |        |      |      |      |                 |                 |      |   |
| BZV <sub>5</sub>              | mg/l   | 6,08 | 4,46 | 4,21 | -               | 3,28            | 4,36 |   |
| O <sub>2</sub> %              | %      | 109  | 98   | 78   | -               | 43              | 80   |   |
| Macro-ionen                   |        |      |      |      |                 |                 |      |   |
| pH                            | -      | 8,6  | 7,8  | 7,7  | -               | 7,5             | 7,8  |   |
| EGV                           | mS/m   | 36   | 41   | 66   | -               | 62              | 58   |   |
| Ionic Ratio                   | -      | 0,73 | 0,71 | 0,76 | -               | 0,79            | 0,76 |   |
| HCO <sub>3</sub>              | meq/l  | 1,5  | 1,8  | 4,2  | -               | 3,6             | 3,5  |   |
| Cl                            | mg/l   | 25   | 30   | 48   | -               | 43              | 42   |   |
| SO <sub>4</sub>               | mg/l   | 42   | 41   | 37   | -               | 82              | 44   |   |
| Ca                            | mg/l   | 39   | 43   | 91   | -               | 88              | 78   |   |
| Mg                            | mg/l   | 6    | 6    | 9    | -               | 12              | 9    |   |
| Zware metalen                 |        |      |      |      |                 |                 |      |   |
| Fe*                           | mg/l   | 0,99 | 1,14 | 0,59 | -               | -               | 0,75 |   |
| Zn                            | µg/l   | 11,4 | 8,2  | 8,8  | -               | -               | 9,2  |   |
| Pb*                           | µg/l   | 1,9  | 1,2  | 1,4  | -               | -               | 1,4  |   |
| Cd*                           | µg/l   | 0,03 | 0,02 | 0,02 | -               | -               | 0,02 |   |

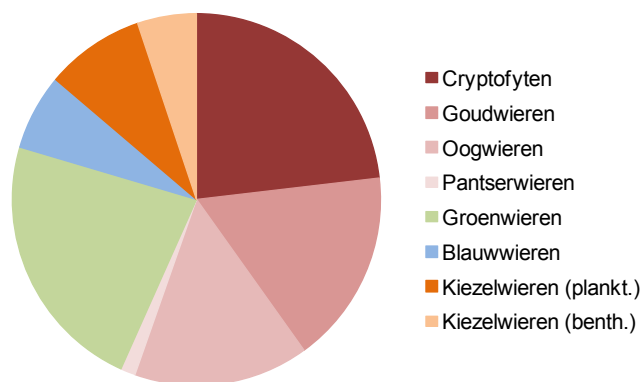
<sup>a</sup>gemeten in 2008, <sup>c</sup>gemeten in 2007

In totaal bestaat meer dan de helft van de gevonden individuen uit algen met zweefpharen, zoals cryptofyten, goudwieren, oogwieren, pantserwieren en van de groenwieren vooral *Chlamydomonas*. Van de groenwieren, met 19% van het aantal individuen na de goudwieren (20%) de belangrijkste groep van algen, domineren verder kleine, veelal snel groeiende soorten uit voedselrijk milieu, waarvan vooral de soorten uit het geslacht *Scenedesmus* (inclusief *Desmodesmus*) voorkomen. Deze zijn kenmerkend voor ondiepe, goede gemengde stilstaande wateren, inclusief traag stromende rivieren (Reynolds 2006, Padisák e.a. 2009).

Tabel 7.6. Gemiddelde procentuele hoeveelheid van de meest voorkomende fytoplanktongeslachten per watertype in 2006 van die locaties die meer dan eens zijn bemonsterd. Afkortingen van de watertypen als in Tabel 2.1. Afkortingen van groepen in Tabel 7.1. hoef. = hoeveelheid, aant. = aantal. Als in 2006 geen chlorofylconcentraties zijn gemeten, zijn die uit andere, daarbij vermelde, jaren genomen. - = niet aangetroffen, + = <0,5%. ~ = met flagel(len) [zweep(a)r(en)].

|                                             |                        | Ebeo-type       | SZ         | SK         | Kb         | Vs         | Vb         | Alle typen |       |
|---------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
|                                             |                        | KRW-type(n)     | M2         | M2         | (M3)R8     | M10        | M10        | hoef.      | aant. |
| Hoofdgroep                                  |                        | aantal locaties | 1          | 1          | 5          | 1          | 2          | 10         | 10    |
| Subgroep                                    | Geslacht               | aantal monsters | 7          | 6          | 32         | 6          | 11         | 62         |       |
| <b>Blauwwieren</b>                          |                        |                 |            |            |            |            |            |            |       |
| BC                                          | <i>Aphanocapsa</i>     |                 | -          | 17         | -          | -          | -          | 3          | 1     |
| BC                                          | <i>Chroococcus</i>     |                 | 8          | -          | 2          | -          | +          | 2          | 4     |
| BO                                          | <i>Oscillatoria</i>    |                 | 1          | 3          | 2          | -          | -          | 1          | 6     |
| BO                                          | <i>Phormidium</i>      |                 | 1          | 4          | +          | -          | -          | 1          | 6     |
| <b>Subtotaal blauwwieren</b>                |                        |                 | <b>11</b>  | <b>24</b>  | <b>7</b>   | <b>1</b>   | <b>1</b>   | <b>9</b>   |       |
| <b>(~)Groenwieren</b>                       |                        |                 |            |            |            |            |            |            |       |
| GC                                          | <i>Chlorella</i>       |                 | 3          | +          | +          | +          | +          | 1          | 7     |
| GC                                          | <i>Coelastrum</i>      |                 | 5          | 2          | +          | +          | +          | 2          | 9     |
| GC                                          | <i>Monoraphidium</i>   |                 | 1          | 1          | 3          | 2          | 2          | 2          | 10    |
| GC                                          | <i>Oocystis</i>        |                 | 1          | +          | +          | +          | 1          | 1          | 8     |
| GC                                          | <i>Scenedesmus</i>     |                 | 10         | 6          | 9          | 4          | 4          | 7          | 10    |
| GO                                          | ~ <i>Chlamydomonas</i> |                 | 2          | 3          | 5          | 9          | 5          | 5          | 10    |
| <b>Subtotaal groenwieren</b>                |                        |                 | <b>26</b>  | <b>12</b>  | <b>23</b>  | <b>17</b>  | <b>15</b>  | <b>19</b>  |       |
| <b>~Oogwieren</b>                           |                        |                 |            |            |            |            |            |            |       |
| OO                                          | ~ <i>Euglena</i>       |                 | -          | 1          | 4          | +          | +          | 1          | 6     |
| OO                                          | ~ <i>Trachelomonas</i> |                 | 12         | 8          | 10         | 1          | 1          | 6          | 9     |
| <b>Subtotaal oogwieren</b>                  |                        |                 | <b>12</b>  | <b>9</b>   | <b>15</b>  | <b>1</b>   | <b>1</b>   | <b>8</b>   |       |
| <b>~Cryptomonaden</b>                       |                        |                 |            |            |            |            |            |            |       |
| CR                                          | ~ <i>Cryptomonas</i>   |                 | 8          | 17         | 23         | 35         | 41         | 25         | 10    |
| <b>Subtotaal cryptomonaden</b>              |                        |                 | <b>8</b>   | <b>17</b>  | <b>23</b>  | <b>35</b>  | <b>41</b>  | <b>25</b>  |       |
| <b>~Pantserwieren</b>                       |                        |                 |            |            |            |            |            |            |       |
| PA                                          | ~ <i>Peridinium</i>    |                 | -          | -          | 1          | 1          | 1          | 1          | 6     |
| <b>Subtotaal pantserwieren</b>              |                        |                 | <b>-</b>   | <b>-</b>   | <b>1</b>   | <b>2</b>   | <b>1</b>   | <b>1</b>   |       |
| <b>~Goudwieren</b>                          |                        |                 |            |            |            |            |            |            |       |
| CH                                          | ~ <i>Chrysococcus</i>  |                 | 9          | 20         | 6          | 16         | 17         | 14         | 10    |
| CH                                          | ~ <i>Kephyrion</i>     |                 | 1          | -          | 2          | 3          | 2          | 1          | 8     |
| CH                                          | ~ <i>Ochromonas</i>    |                 | 5          | 4          | 8          | 1          | 2          | 4          | 10    |
| <b>Subtotaal goudwieren</b>                 |                        |                 | <b>15</b>  | <b>24</b>  | <b>17</b>  | <b>20</b>  | <b>22</b>  | <b>20</b>  |       |
| <b>Planktonische kiezelwieren</b>           |                        |                 |            |            |            |            |            |            |       |
| KC                                          | <i>Aulacoseira</i>     |                 | 8          | 1          | 1          | 6          | 3          | 4          | 10    |
| KC                                          | <i>Cyclotella</i>      |                 | 1          | 1          | +          | 2          | 1          | 1          | 9     |
| KC                                          | <i>Stephanodiscus</i>  |                 | 14         | 1          | 7          | 11         | 10         | 9          | 10    |
| <b>Subtotaal planktonische kiezelwieren</b> |                        |                 | <b>24</b>  | <b>3</b>   | <b>9</b>   | <b>21</b>  | <b>16</b>  | <b>14</b>  |       |
| <b>Benthische kiezelwieren</b>              |                        |                 |            |            |            |            |            |            |       |
| KP                                          | <i>Cocconeis</i>       |                 | -          | 8          | 1          | -          | +          | 2          | 7     |
| KP                                          | <i>Navicula</i>        |                 | -          | 1          | 2          | +          | +          | 1          | 9     |
| KP                                          | <i>Nitzschia</i>       |                 | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 10    |
| <b>Subtotaal benthische kiezelwieren</b>    |                        |                 | <b>3</b>   | <b>11</b>  | <b>5</b>   | <b>3</b>   | <b>3</b>   | <b>5</b>   |       |
| <b>Totaal alle wieren</b>                   |                        |                 | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |       |

Opmerkelijk is, ondanks de ruime beschikbaarheid van nutriënten (Tabel 7.5), de relatief geringe hoeveelheid van de blauwwieren. Met name geslachten uit de orde van de Nostocales, waartoe stikstoffixerende soorten zoals *Anabaena flos-aquae* behoren, komen maar weinig voor in de onderzochte kanalen. Ook een beruchte bloeivormer van uiterst voedselrijke meren zoals *Microcystis* ontbreekt vrijwel. Bloeivormers van zeer troebele, goed gemengde wateren zoals de draden van sommi-



Figuur 7.1. Gemiddelde samenstelling van de hoofdgroepen van het fytoplankton van vijf locaties in de brede kleikanalen in 2006.

ge Oscillatoriales (hier gedetermineerd als *Oscillatoria* en *Phormidium*) komen weinig voor, het meest nog in een zeer voedselrijke kleisluit. Het bolvormig blauwwiertje *Aphanocapsa* is één keer, bloeivormend, aangetroffen in een kleikanaal. Waarschijnlijk zijn de kanalen een te dynamisch milieu (grote dagelijkse fluctuaties in watertemperatuur, zuurgraad, zuurstof, korte verblijftijd) voor de draadvormige blauwwieren om te kunnen profiteren van hun eigen strategie: dagelijkse verticale migratie tussen nutriëntrijke en lichtrijke lagen door verandering van het drijfvermogen (gasvacuoles).

De kiezelwieren maken 19% van het totaal van de planktonalgen uit. Het betreft voornamelijk soorten uit het geslacht *Stephanodiscus*. Deze soorten zijn kenmerkend voor (zeer) voedselrijke wateren. Meer nog dan fosfaat wordt hun groei beperkt door silicium, dat zij voor de opbouw van hun celwand nodig hebben. Vanwege hun relatief zware celwand bezinken ze gemakkelijk en kunnen daarom alleen goed groeien in wateren met voldoende turbulentie. Ook de relatief sterke aanwezigheid (5%) van soorten die op de bodem of aangehecht aan planten leven (de benthische kiezelwieren) duidt op waterbeweging, bijvoorbeeld door in- en uitstromend water of wind. Sommige kiezelwiersoorten, vooral van de geslachten *Thalassiosira* en *Skeletonema*, zijn in Nederland min of meer kenmerkend voor de grote rivieren, maar deze zijn niet gevonden binnen de fytoplanktontellingen van de kanalen.

Verband met omgevingsvariabelen

In Tabel 7.7 zijn de (bijna) significante correlaties tussen de hoofdgroepen van planktonalgen en de abiotische variabelen vermeld van die locaties waarvan meer dan één planktonmonster beschikbaar is. De hoofdgroepen zijn gerangschikt naar aflopende correlatie met bicarbonaat (alkaliniteit), die overigens zeer sterk positief gecorreleerd is met elektrisch geleidingsvermogen, calcium, magnesium en Ionic Ratio (IR). De zuurgraad is hier negatief gecorreleerd met de alkaliniteit. Ondanks het geringe aantal locaties zijn er toch veel significante correlaties.

Opvallend is het ontbreken van significante correlaties tussen algen en fosfaat. Kennelijk is hiervan overal meer dan voldoende aanwezig.

De cryptofyten (*Cryptomonas*) en de blauwwieren gedragen zich tegenovergesteld. De blauwwieren komen vooral voor op locaties met troebel water (hoog chlorofyl-*a* en laag doorzicht) – waarvan ze trouwens zelf deels de oorzaak zijn – en een relatief lage alkaliniteit, IR, lage concen-

Tabel 7.7. Product-moment-correlatiecoëfficiënten tussen hoofdgroepen van planktonalgen en zomer-gemiddelden (apr. – sep.) van fosfaat en significante milieuvariabelen. n = aantal locaties. Afkortingen verklaard in Bijlagen 3.1 en 5.1. \* = logaritmische transformatie. **Vet** = significant ( $p < 0,05$ ), normaal = bijna significant, grijs = niet (bijna) significant.

|       |                        | Hydromorf. |             |      | Helderh.    |             | Macro-ionen |             |            |             |             | Nutriënten en zuurstofhuishouding |      |      |             |            |            |             |             | Zware metalen |             |             |             |
|-------|------------------------|------------|-------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-----------------------------------|------|------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Hoev. | Variabele              | Opp*       | Sli*        |      | Chi*        | DZ          | pH          | EGV         | IR         | HCO3        | Ca          | Mg                                | oP*  | tP*  | NH4*        | NO3        | NO2        | BZV5        | O2%         | Fe*           | Zn          | Pb*         | Cd*         |
| (%)   | Hoofdgroep             | n          | 8           | 6    | 8           | 8           | 8           | 8           | 8          | 8           | 8           | 8                                 | 8    | 8    | 8           | 8          | 8          | 8           | 8           | 5             | 5           | 5           | 5           |
| 25    | Cryptofyten            |            | ,09         | ,78  | <b>-,84</b> | ,61         | <b>-,86</b> | <b>,77</b>  | <b>,77</b> | <b>,78</b>  | <b>,84</b>  | <b>,76</b>                        | ,41  | -,15 | <b>,78</b>  | ,30        | <b>,81</b> | <b>-,93</b> | <b>-,84</b> | ,47           | <b>-,93</b> | <b>-,93</b> | <b>-,91</b> |
| 1     | Pantserwieren          |            | ,23         | ,45  | -,46        | ,45         | -,70        | <b>,74</b>  | ,68        | <b>,76</b>  | <b>,77</b>  | <b>,73</b>                        | ,44  | ,00  | ,47         | -,37       | ,32        | -,48        | <b>-,84</b> | -,38          | -,65        | -,60        | -,74        |
| 8     | Oogwieren              |            | ,47         | -,20 | ,13         | ,08         | -,23        | ,27         | ,58        | ,41         | ,33         | -,01                              | -,28 | -,03 | ,56         | ,00        | ,12        | ,02         | -,16        | <b>,91</b>    | -,22        | -,28        | -,13        |
| 5     | Kiezelwieren (benth.)  |            | ,38         | ,14  | -,13        | -,06        | -,34        | -,01        | ,39        | ,11         | ,05         | -,24                              | -,29 | -,24 | <b>,73</b>  | <b>,78</b> | ,63        | -,35        | ,09         | <b>,85</b>    | -,41        | -,46        | -,28        |
| 20    | Goudwieren             |            | <b>-,81</b> | ,40  | -,55        | ,42         | -,28        | ,30         | -,23       | ,14         | ,27         | ,19                               | -,06 | -,45 | ,35         | ,28        | ,26        | -,59        | -,19        | ,13           | <b>-,91</b> | <b>-,90</b> | <b>-,93</b> |
| 19    | Groenwieren            |            | ,07         | -,53 | ,37         | -,22        | ,57         | -,38        | -,54       | -,41        | -,46        | -,21                              | ,01  | ,10  | <b>-,96</b> | -,44       | -,70       | ,60         | ,47         | -,71          | <b>,85</b>  | <b>,88</b>  | ,79         |
| 14    | Kiezelwieren (plankt.) |            | -,35        | -,36 | ,26         | -,26        | ,58         | -,39        | -,41       | -,48        | -,40        | ,01                               | ,34  | ,60  | <b>-,71</b> | -,29       | -,36       | ,39         | ,11         | -,51          | ,53         | ,55         | ,44         |
| 9     | Blauwwieren            |            | ,09         | -,22 | <b>,73</b>  | <b>-,78</b> | ,51         | <b>-,81</b> | -,62       | <b>-,79</b> | <b>-,85</b> | <b>-,82</b>                       | -,31 | ,07  | -,41        | ,00        | -,36       | ,66         | <b>,74</b>  | -,05          | ,69         | ,66         | ,76         |

traties van calcium en magnesium en een laag elektrisch geleidingsvermogen. De cryptofyten groeien het best bij hoge concentraties van ammonium en nitriet, wat vaak samengaat met een lage zuurstofverzadiging en een laag biochemisch zuurstofverbruik. Dit laatste lijkt op het eerste gezicht tegengesteld aan de verwachting, maar waarschijnlijk gaan hier de overdag gemeten hoge waarden van het BZV samen met een grote hoeveelheid blauwwieren. Hoge procentuele hoeveelheden cryptofyten gaan samen met lage chlorofylconcentraties, dus relatief helder water (de zichtdiepten zijn met 0,4 – 0,65 m in absolute zin nog steeds laag). De cryptofyten lijken in het gebied minder tolerant voor relatief hoge concentraties van zink, lood en cadmium dan de andere algengroepen.

De cryptofyten van het geslacht *Cryptomonas* doen het in de kanalen goed. Soorten van dit geslacht komen het gehele jaar door in zoete wateren voor. Ondanks de lage groeisnelheid zijn ze opportunisten, die allerlei niches die niet door andere algen worden bezet snel innemen. Naast chlorofyl-*a* en  $-c_2$  bezitten ze alloxanthinen en (phyco)biliproteïnen, waardoor ze ook bij lage lichtintensiteit (dus in troebel water) nog kunnen fotosynthetiseren. Ze kunnen migreren van de bovenste waterlaag naar beneden. Op die manier ontsnappen ze aan de predatie van watervlooien en roeipootkreeftjes, die niet bestand zijn tegen de lage zuurstofgehalten vlakbij de bodem. Minder dan blauwalgen zijn de *Cryptomonas* -soorten bestand tegen hoge pH-waarden, zoals die tijdens intensieve algengroei in minder goed gebufferde wateren kunnen optreden (Klaveness 1988, Cutter & David 2010, Hoef-Emden & Archibald 2010). De correlaties van de pantserwieren – veel minder talrijk dan de cryptofyten – met de milieuvariabelen, lijken veel op die van de cryptofyten. De hoeveelheid oogwieren, vooral van het geslacht *Trachelomonas*, dat in de kanalen veel voorkomt, heeft een hoge correlatie met het ijzergehalte van het water. De soorten van dit geslacht hebben veel ijzer nodig voor de opbouw van de celwand, die hier voor bijna de helft uit kan bestaan (Pereira 2003).

De benthische kiezelwieren hebben een positieve correlatie met de anorganische stikstofverbindingen. De planktische kiezelwieren hebben daarmee juist een negatieve correlatie, vooral met ammoniumstikstof.

De procentuele hoeveelheid goudwieren is sterk negatief gecorreleerd met zink, lood en cadmium en met de oppervlakte van het waterli-

chaam. In Canadese meren, verontreinigd door zware metalen waren goudwieren veel minder algemeen dan in schone meren (Yan 1979 in Rai e.a. 1981). De groenwieren, vooral *Scenedesmus*, zijn negatief gecorreleerd met ammonium en positief met zink en lood. Veel stammen van dit geslacht zijn tolerant voor zware metalen (Rai e.a. 1981).

## 7.3. Samenvatting

De zomergemiddelde chlorofylconcentratie bedraagt gemiddeld 18 µg/l op de 102 locaties waarvan metingen bekend zijn. In verhouding tot de nutriëntenconcentraties is dat laag. Kennelijk wordt de algengroei beperkt door andere factoren, zoals licht, verblijftijd of graas door zoöplankton. Op 79 locaties wordt minimaal het GEP gehaald. Meer dan stikstof is fosfaat sturend voor de ontwikkeling van het fytoplankton. De kwaliteit neemt toe met afnemende concentraties totaal-fosfaat.

De soortensamenstelling van het fytoplankton is in het zomerhalfjaar van 2006 op tien locaties, maandelijks en op zes locaties een maal onderzocht, voornamelijk in brede kleikanalen en veenkanalen in het westelijk deel van Rivierenland. De chlorofyl-a-concentraties van sommige kanalen zijn in 2006 en van andere in 2007 of 2008 gemeten. Van acht van de tien locaties zijn ook omgevingsvariabelen bekend.

De taxa zijn niet altijd tot op de soort gedetermineerd. Na administratieve en taxonomische correcties resteerden 297 taxa uit 75 geslachten (genera), waarvan de procentuele hoeveelheid per monster en locatie is berekend. De bewerkingen hebben op geslachtsniveau plaatsgevonden.

De aangetroffen taxa zijn kenmerkend voor voedselrijke Nederlandse binnenwateren. Specifieke riviersoorten zijn niet aangetroffen.

De voor sterk geëutrofiëerde wateren zo kenmerkende blauwalgen zijn met een gemiddelde hoeveelheid van 9% niet zeer algemeen. Hoewel de nutriëntenconcentraties hoog genoeg zijn voor de ontwikkeling van blauwalgenbloei, zijn de milieuomstandigheden daarvoor waarschijnlijk te dynamisch (sterke dagelijkse fluctuaties in watertemperatuur, zuurgraad, korte verblijftijd).

Ruim de helft van het gevonden aantal individuen bestaat uit soorten die zich door middel van zweepharen vrij in de waterkolom kunnen verplaatsen. Hiervan zijn de (opportunistische) soorten van het geslacht *Cryptomonas* het belangrijkste, met 25% van het totaal van alle algen. Ze zijn aangepast aan het leven in troebel water. Hoewel ze stapelvoedsel van sommige soorten watervlooien en roepootkreeftjes zijn, weten ze gedeeltelijk aan vraat te ontsnappen door migratie naar de laag vlak boven de bodem, waar het zuurstofgehalte te laag is voor de beestjes. In het gebied komt *Chlamydomonas* het minst voor op de locaties met de hoogste concentraties van zink, lood en cadmium.

### Kort gezegd

*In de op fytoplankton bemonsterde kanalen van Rivierenland zijn de algenhoeveelheden veel geringer dan op grond van de nutriëntenconcentraties verwacht mag worden. Daardoor scoort het fytoplankton op de deelmaatlat voor chlorofyl op 80% van de locaties voldoende. De milieuomstandigheden zoals watertemperatuur, zuurgraad en verblijftijd zijn waarschijnlijk te dynamisch voor ontwikkeling van blauwwie-*

*renbloei. Wel kunnen planktonsoorten met zweefharen, vooral cryptofyten, zich goed ontwikkelen, doordat ze steeds actief het voor hen meest geschikte deel van de waterkolom kunnen opzoeken. Er zijn geen soorten gevonden die een relatie met het ingelaten rivierwater aangeven.*



NL\_09\_01\_01 (Alblas) Alblas (breed veenkanaal)



NL-09\_29\_01 (Veenvaarten Overwaard) Ammerse Boezem (breed veenkanaal)

## 8. Synthese

### Gebied en locaties

In het onderstaande worden, na een zeer korte introductie van het gebied, voor de belangrijkste milieuv variabelen steeds eerst de waarden van de milieuv variabelen en daarna de consequenties voor de water- en oeverplanten en het fytoplankton beschreven

Het gebied van het Waterschap Rivierenland omvat het gebied tussen de grote rivieren, vanaf de Duitse grens in het oosten tot en met de Alblasserwaard en een deel van de Biesbosch in het westen. Er is een macrogradiënt van het zandlandschap op de Nijmeegse stuwwal, via rivierklei naar veen (Alblasserwaard) en zeeklei (Biesbosch).

Voor het onderzoek zijn uit 31 oppervlaktewaterlichamen 155 locaties in lijnvormige oppervlaktewateren geselecteerd, die in 2006, 2007 en 2008 zijn onderzocht. Ze zijn naar hun breedte en grondsoort verdeeld in negen typen, waarvan de brede kleikanalen het meest algemeen zijn.

Op 103 locaties zijn gedurende een of meer jaren regelmatig monsters genomen voor fysische en chemische analyse (lichtklimaat, nutriënten, zuurstofhuishouding, macro-ionen, zware metalen). Op 153 locaties zijn in totaal 168 vegetatieopnamen gemaakt. Op 16 locaties zijn 68 fytoplanktonmonsters genomen.

### Bodem en landgebruik

Binnen het gebied bestaan gradiënten, o.a. van zandige oeverwallen met veel fruitteelt en boomkwekerijen naar zware komklei, met veel grasland. Ook komt glastuinbouw en akkerbouw voor, vooral op zeeklei. Er zijn maar weinig natuurgebieden. Naast enkele grote steden (Arnhem, Nijmegen) zijn er vooral kleinere steden, als Tiel, Culemborg en Zaltbommel.

Het gemiddeld aantal soorten water- en oeverplanten per opname is op veen (24) wat hoger dan op klei (20). Op klei hebben de ondergedoken planten en flab een grotere bedekking (27%) dan op veen (10%) en voor de drijvende planten is dat net omgekeerd (3 en 13%). De bedekking van de oever- en landplanten is op het veen (12%) hoger dan op de klei (3%). Glanzig, tenger en gekroesd fonteinkruid en aarvederkruid komen vrijwel exclusief in de kleiwatervoren voor, terwijl puntkroos, grote kroos-

## Waterhuishouding

varen, gele plomp en witte waterlelie vooral in de veenwateren voorkomen

Gemiddeld is de helft van het land in gebruik als grasland, Maïs bezet gemiddeld 5% en nog eens 12% is in gebruik voor de teelt van overige landbouwgewassen. Boomgaarden nemen 6% in.

In de kleiwateren zou de aanwezigheid van veel boomgaarden enige negatieve invloed op de ecologische kwaliteit kunnen hebben.

De waterhuishouding van het hele gebied is zoveel mogelijk geoptimaliseerd ten behoeve van de landbouw. Daarvoor is een uitgebreid stelsel van sloten en kanalen aangelegd, waardoor in de zomer water uit de grote rivieren wordt aangevoerd en in de winter water wordt afgevoerd. Een aantal ecologische gevolgen van wateraanvoer wordt vermeld in het kader.

### ECOLOGISCHE EFFECTEN VAN WATERINLAAT

#### *Peilbeheer*

Om wateraanvoer mogelijk te maken, wordt in de zomermaanden een hoger waterpeil ingesteld. Oevers die 's winters droog staan, worden onder water gezet. Die situatie komt van nature niet voor; zonder wateraanvoer zou het waterpeil juist uitzakken in de zomer. Weinig oeverplanten zijn goed aangepast aan omgekeerde peilen.

#### *Morfologie*

Om voldoende water te transporteren, moet de doorstroomcapaciteit van aanvoerleidingen groot genoeg zijn. Om ruimte te sparen zijn de aanvoerleidingen als relatief diepe watergangen met steile oevers en een abrupte overgang van water naar land ontworpen, terwijl juist vlakke oevers met geleidelijke overgangen ruimte bieden aan een goed ontwikkelde, diverse levensgemeenschap.

#### *Intensief onderhoud*

Het handhaven van voldoende doorstroomcapaciteit van de watergangen in de zomer vereist intensief maaionderhoud. De vegetatie wordt meerdere keren gemaaid, terwijl een goed ontwikkelde plantengroei juist een voorwaarde is voor een goed leefmilieu in de watergang. Slechts een beperkt aantal soorten is bestand tegen het intensieve maaien. Wateraanvoer vormt een belemmering voor natuurvriendelijk onderhoud.

#### *Waterkwaliteit*

Waterinlaat hoeft niet te leiden tot overschrijding van waterkwaliteitsnormen. Doordat ingelaten water vaak minder voedselrijk is dan het gebiedseigen landbouwwater, kan zelfs verbetering plaatsvinden. Wateraanvoer zorgt ook voor meer stroming in het water, met een gunstig effect op het zuurstofgehalte. Aanvoerwater is echter vaak rijk aan sulfaat. Vooral in gebieden met veel organisch materiaal in de bodem wordt dit gereduceerd en komen hieruit nutriënten vrij, wat leidt tot lage zuurstofconcentraties en interne eutrofiëring. Bij sulfaatreductie wordt bicarbonaat gevormd, wat leidt tot verhoging van de alkaliniteit en versterking van de interne eutrofiëring. Daardoor kan sterke groei van kroos, flab en fytoplankton ontstaan, waardoor de overige waterplanten verdwijnen. Daarnaast zijn de gevormde sulfiden en ammoniak vaak giftig voor waterorganismen.

#### *Gelijkvormigheid*

De aanvoer van gebiedsvreemd water zorgt ervoor dat tijdens het groeiseizoen ruimtelijke verschillen in de samenstelling van het water verdwijnen. Overal wordt het lokale water gemengd met hetzelfde type inlaatwater. Vanuit de ecologie worden verschillen in waterkwaliteit juist hoog gewaardeerd, omdat die zorgen voor het ontstaan van verschillende watermilieus. Hoe meer ruimtelijke diversiteit in waterkwaliteit, des te meer soorten planten en dieren kunnen voorkomen. Gelijkvormigheid in waterkwaliteit leidt tot afname van soorten en vooral van zeldzame soorten, die vaak bijzondere eisen stellen aan hun leefmilieu.

(Aangevuld naar Smolders e.a. 2006 en De Meij 2009)

## Hydromorfologie

Vanouds is er veel regionale kwel van de zandgronden van de Veluwe, Noord-Brabant en de Nijmeegse stuwwal naar de kleigronden. Op locale schaal is er kwel vanuit de rivieren (vooral in de winter) en vanuit de stroomruggen naar de komgronden,

Vooraf in de zomer wordt rivierwater ingelaten. Hierdoor wordt de macro-ionensamenstelling van de Linge en de kleislotten en –kanalen het meest en de van de wateren nabij de Nijmeegse stuwwal het minst beïnvloed. Met het rivierwater worden ook nutriënten aangevoerd.

De invloed van waterinlaat is vooral in de veenwateren aantoonbaar. Locaties met veel waterinlaat hebben vaak dichter begroeide (ruigere) oevers en een dikkere sliblaag, wat ongunstig is voor veel waterplanten. Een stijging van de alkaliniteit, (van 3,1 tot 3,9 mmol/l), begunstigt door waterinlaat, gaat in veenwateren samen met een geringe vermindering van het aantal plantensoorten, maar een stijging van de bedekking van ondergedoken waterplanten.

In het fytoplankton zijn geen soorten aangetroffen die een relatie met het ingelaten rivierwater indiceren.

De breedte van de locaties loopt uiteen van 1 tot 80 m en is gemiddeld 22 m. De diepte, op maximaal 1 m uit de oever, ligt tussen 0,1 en 4 m (gemiddeld 0,8 m).

Het totale aantal soorten water- en oeverplanten is gemiddeld het hoogst in de smalle kanalen (21). In de andere breedteklassen zijn er gemiddeld 17-18 soorten water- en oeverplanten.

Vooraf de bedekking van de ondergedoken waterplanten, maar ook die van flab en kroos, neemt af met toenemende breedte van het water. Sterrenkroos en grof hoornblad doen het ook in de bredere kanalen nog goed. De drijfslag (gele plomp, witte waterlelie) is best ontwikkeld in de smalle en brede kanalen. Voor de emerse planten, zoals riet, lijken de dimensies weinig uit te maken. Het aantal soorten en de bedekking van oeverplanten, zoals scherpe zegge, moerasvergeet-mij-nietje en waterzuring, is het hoogst in de brede kanalen.

Bijna 90% van de oevers is steil, wat een slecht uitgangspunt is voor de ontwikkeling van een goede overbegroeiing, met de daaraan gebonden fauna. Op 16% van de oevers treden nog verdere beperkingen voor een goede ontwikkeling van de levensgemeenschappen op, doordat ze zijn beschoeid. De algemeenste oeverplant is gele lis, die in vaak in sloten en kanalen met onder water steil aflopende oevers voorkomt.

In de KRW-maatlatten scoort de oevervegetatie bijna altijd slecht, vooral door onvoldoende structuurvariatie.

## Peilbeheer

De fluctuatie van het waterpeil is gemiddeld 2 dm, maar in veenkanalen en –sloten kan deze oplopen tot bijna een halve meter. In de meeste wateren in het gebied is het zomerpeil hoger dan het winterpeil, wat tegen-natuurlijk is. Uit de literatuur is bekend dat dit een goede ontwikkeling van de rietzoom belemmert. Omdat er nauwelijks wateren met natuurlijke peilfluctuatie in het gebied zijn kan het effect van het omgekeerd peil niet goed uit de gegevens worden gehaald.

## Onderhoud

Het onderhoud van de onderzochte wateren is zeer intensief. Er zijn twee tot vijf schoningsbeurten per jaar. De maaiboot wordt gebruikt om de vegetatie in het natte profiel en de natte oever kort te houden, Vooraf

in de zand- en kleislotten wordt de maaikorf (droge en natte oever) of de klepelmaaier gebruikt (droge oever).

De meest voorkomende ondergedoken waterplanten zijn smalle waterpest, grof hoornblad en sterrenkroos. Deze zijn goed bestand tegen schonen met een veegboot. Ook flab komt veel voor. Kleine kroossoorten zijn bijna overal aanwezig en de gele plomp - goed bestand tegen schonen met de maaiboot - is de meest voorkomende drijvende waterplant.

Op de KRW-maatlatten zijn de scores op de deelmaatlat groeivormen in de klei- en veenwateren altijd ontoereikend of zelfs slecht. In de kleiwateren door onvoldoende bedekking met drijvende waterplanten, in de veenwateren vooral door te weinig ondergedoken waterplanten.

De emerse waterplanten duiden op voedselrijke omstandigheden, met ophoping van organisch materiaal, waarbij toxische verbindingen als ammoniak en waterstofsulfide vrijkomen. De meest algemene soort hiervan is liesgras, goed bestand tegen frequent maaien.

Vrijwel nooit wordt het materiaal afgevoerd, waardoor verruiging van de oevervegetatie optreedt. Ruigtkruiden als grote brandnetel en harig wilgenroosje zijn dan ook algemeen op de oevers. Ze hebben een voorkeur voor plekken waar aangespoeld of afgemaaid organisch materiaal zich ophoopt. Soorten die kenmerkend zijn voor minder sterk bemeste waterkanten, zoals de dotterbloem, komen maar sporadisch voor.

## Nutriënten

De uit- en afspoeling van nutriënten uit de landbouw en de lozingen van effluënten van rioolwaterzuiveringsinstallaties dragen bij tot eutrofiering van sloten en kanalen.

De concentraties van het voor algen en waterplanten opneembare orthofosfaat zijn vaak te laag om gedetecteerd te worden ( $< 0,05$  mg/l P-ortho) en soms lager dan in het ingelaten rivierwater (jaargemiddelde  $0,04 - 0,10$  mg/l P-ortho). Het wordt aan (het door kwel aangevoerde) ijzer gebonden, maar in zuurstofarm milieu komt het weer vrij en wordt dan opgenomen door algen en waterplanten.

In de veenkanalen zijn de concentraties van fosfaten (zomergemiddelde  $0,3$  mg/l P-totaal) hoger dan in de klei- en zandwateren ( $< 0,05 - 0,12$  mg/l P-totaal), door de vaak hoge achtergrondbelasting in veengebieden en de afbraak van veen. In de meeste wateren zijn de fosfaatconcentraties in de zomer gemiddeld 20% lager dan in de winter, behalve in de veenkanalen. Daar zijn ze 's-zomers twee maal zo hoog als 's-winters, door de lage zuurstofgehaltes en intensieve sulfaatreductieprocessen in de zomer.

De totale hoeveelheid stikstof is hoog (zomergemiddelde  $2,5$  mg/l): in de beken ( $4,6$  mg/l) en zandsloten ( $4,3$  mg/l) worden de landelijke grenswaarden voor respectievelijk GET (Goede Ecologische Toestand) en GEP (Goed Ecologisch Potentieel) overschreden. De concentraties van minerale stikstof zijn in de zomer lager dan in de winter, door een hogere snelheid van denitrificatie in de zomer.

De aanwezige water- en oeverplanten duiden op (zeer) voedselrijke omstandigheden. Er is een overmaat aan nutriënten. De hogere fosfaatconcentraties in de veenwateren dan in de kleiwateren zijn waarschijnlijk verantwoordelijk voor een deel verantwoordelijk voor verschillen in de soortensamenstelling tussen beide typen wateren, maar verder hebben verschillen in concentraties van nutriënten binnen het gebied nauwelijks

aantoonbare verschillen voor de soortensamenstelling van water- en oeverplanten.

Er zijn soms al hoge chlorofyl-a-concentraties (tot 190 µg/l), na het uitrijden van mest in februari en maart en verhoging van de nutriëntenconcentraties (tot 2,4 mg/ P-totaal en 18,2 mg/l N-totaal) door sterke afspoeling en ondiepe drainage in deze periode. In de meeste wateren is sprake van fosfaatbeperking van de algengroei (N/P > 30 op atomaire basis). Ondanks de ruime beschikbaarheid van nutriënten zijn er maar weinig blauwwieren (slechts 9% van het aantal individuen van alle planktonalgen). De meest voorkomende algen, met name de cryptofyten zijn voorzien van flagellen (zweepharen), waarmee ze kunnen migreren van de bovenste naar de onderste waterlaag. Ze zijn daardoor aangepast aan snel veranderende milieuomstandigheden. Ze ontsnappen zo ook aan de predatie van o.a. watervlooien, die niet bestand zijn tegen de lage zuurstofgehalten nabij de bodem. De zomergemiddelde chlorofyl-a-concentraties liggen meestal in de orde van enkele tientallen microgrammen per liter en zijn lager dan op grond van de nutriëntenconcentraties kunnen worden verwacht. De algengroei wordt waarschijnlijk beperkt door de milieudynamiek (temperatuur, zuurgraad, verblijftijd).

Een hogere nutriëntenconcentratie en de daardoor veroorzaakte toename van de stofwisselingsactiviteit veroorzaakt ook grotere fluctuaties in de zuurstofconcentratie. Met name de daardoor al of niet periodiek optredende lage zuurstofconcentraties kunnen schadelijk zijn voor vissen en lagere waterdieren.

Licht

De meeste locaties liggen in een open landschap en zijn niet tot licht beschaduwd. Hierdoor is er in principe voldoende licht voor de ontwikkeling van water- en oeverplanten.

Het doorzicht van de meeste wateren is in de zomer (gemiddeld 0,71 m) groter dan in de winter (0,54 m), door de soms hoge chlorofylconcentraties aan het einde van de winter. Daarnaast wordt het doorzicht belemmerd door de aanwezigheid van zwevend stof (14,3 mg/l). Bij dergelijke doorzichtwaarden is een redelijke tot goede ontwikkeling van waterplanten mogelijk.

In de wateren op kleigrond gaan hogere waarden voor het doorzicht vaak samen met meer ondergedoken waterplanten. In het fytoplankton domineren de cryptofyten in relatief helder water en de blauwwieren in het troebelste water.

Zware metalen

De concentraties van chroom en lood liggen in meer dan 80% van de gevallen beneden de aantoonbaarheidsgrens van 1 µg/l. Bij zink (1 µg/l) is dat bij bijna de helft van de gevallen. De overige zware metalen (nikkel, koper en cadmium) zijn wel vaak aantoonbaar, maar liggen ruim beneden de MTR-waarden. Vanwege additieve toxische effecten is het echter niet uitgesloten dat de zware metalen effecten hebben op het voorkomen van water- en oeverplanten en fytoplankton. De procentuele hoeveelheden van de cryptofyten zijn negatief gecorreleerd met zink, lood en cadmium.

Eindconclusies

Het grootste deel van het gebied van het Waterschap Rivierenland wordt intensief door de landbouw gebruikt. Daarnaast zijn er stedelijke kernen en veel dorpen. De oppervlakte aan natuurgebieden is zeer gering. De bodem bestaat grotendeels uit klei, in het oostelijk en westelijk deel zijn respectievelijk ook zand en veen aanwezig. Dat geeft een na-

tuurlijke differentiatie in de plantengroei. Het gebied ontvangt kwelwater van de omringende hogere gronden en uit de rivieren.

De waterhuishouding is goed afgestemd op de eisen van de landbouw. Via een uitgebreid stelsel van kanalen en sloten – met meestal steile oevers – wordt in de zomer water uit de grote rivieren ingelaten en in de winter wordt water naar de rivieren uitgemalen. Daarbij is het waterpeil in het groeiseizoen hoger dan daarbuiten (tegennatuurlijk). Om voldoende doorstroming te handhaven wordt de water- en oevervegetatie meerdere malen per jaar gemaaid. De wateren zijn van nature al voedselrijk, maar in de veengebieden komen nog eens extra nutriënten uit de bodem vrij door de aanvoer van sulfaatrijk rivierwater, wat o.a. leidt tot extra algengroei en een verslechtering van de zuurstofhuishouding.

De meest voorkomende soorten water- en oeverplanten zijn kenmerkend voor (zeer) voedselrijke omgeving en zijn goed bestand tegen de intensieve schoning van de watergangen. De steile kanten geven weinig ruimte voor de ontwikkeling van een diverse oeverzone. Doordat het bij de schoning gemaaide organische materiaal niet wordt verwijderd ontwikkelen zich ruigtkruiden op de oevers. De kwaliteit van de vegetatie is ontoereikend, vooral door de slechte ontwikkeling van de drijvende waterplanten en de oeverbegroeiing. In wateren die met de maaiboot worden geschoond ontwikkelen de ondergedoken waterplanten en de andere groeivormen zich slechter dan in wateren waar de maaikorf en klepelmaaier worden gebruikt. Voor de soortensamenstelling lijken de verschillen in onderhoud in het gebied niet van grote betekenis. Verschillen in grondsoort en afmetingen van het water zijn voor de vegetatie van groter belang dan verschillen in concentraties van nutriënten.

In het fytoplankton zijn de algenhoeveelheden veel geringer dan op grond van de nutriëntenconcentraties verwacht mag worden. Daardoor scoort het fytoplankton op de deelmaatlat voor chlorofyl op 80% van de locaties voldoende. De milieuomstandigheden zoals watertemperatuur, zuurgraad en verblijftijd zijn waarschijnlijk te dynamisch voor ontwikkeling van blauwwierenbloei. Wel kunnen planktonsoorten met zweepharen, vooral cryptofyten, zich goed ontwikkelen, doordat ze steeds actief het voor hen meest geschikte deel van de waterkolom kunnen opzoeken. Er zijn geen soorten gevonden die een relatie met het ingelaten rivierwater aangeven.





## 9. Dankwoord

Bjorn Prudon verzorgde de begeleiding vanuit het Waterschap Rivierenland. Andere betrokken medewerkers van het waterschap zijn Arjen de Bruine (gegevensbeheer), Johan de Jong (water- en oeverplanten, fytoplankton), Paul Jeschar (omrekening fytoplankton) en Jan de Rooij (fytoplankton, thans Bureau Waardenburg).

Roelf Pot (Oosterhesselen) leverde als externe deskundige commentaar op het hoofdstukken macrofyten. Ronald Bijkerk (Haren) en Bas Ibelings (Nieuwersluis) deden dat voor het hoofdstuk fytoplankton.



## I 0. Literatuur

- Berg, M. van den (red) (2004): Achtergronddocument referenties en maatlatten waterflora. Expertteam macrofyten en fytoplankton. STOWA, Utrecht / RIZA, Lelystad. 116p.
- Christensen, T. (1980-1994): Algae: a taxonomic survey. AiO Print, Odense. 472p.
- CIW (2001): Leidraad monitoring. Commissie Integraal Waterbeheer, Lelystad. 364p.
- Cutter, A. & A. David (2010): *Cryptomonas*. <http://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Cryptomonas>.
- Dam, H. van & J.H. Wanink (2007): Trendanalyse hydrobiologische gegevens Friesland. Rapport 210455, Grontmij | AquaSense, Amsterdam / Rapport 2007-015, Koeman & Bijkerk, Haren / Rapport 605, Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. 175p.
- Dam, H. van (2009): Evaluatie basismeetnet waterkwaliteit Hollands Noorderkwartier: trendanalyse hydrobiologie, temperatuur en waterchemie 1982-2007. Rapport 708. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. 253p.
- Ellenberg, H., H.E. Weber, R. Duell, V. Wirth, W. Werner & D. Paulissen (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa (3., durchgesehene Auflage). Scripta Geobotanica 18. Goltze, Göttingen. 262p.
- Evers, C.H.M., A.J.M. van den Broek, R. Buskens, A. van Leerdam & R.A.E. Knoben (2007): Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water. STOWA-rapport 2007-32b / RWS-WD-rapport 2007-019. STOWA, Utrecht. 144p.
- Franken, R.J.M., J.J.P. Gardeniers & E. Peeters (2006): Handboek Nederlandse ecologische beoordelingssystemen (EBEO-systemen), Deel A. Filosofie en beschrijving van de systemen. Rapport 2006-4. STOWA, Utrecht. 255p. + CD-ROM.
- Gervais, F. (1998): Ecology of cryptophytes coexisting near a freshwater chemocline. *Freshwater Biology* 39: 61-78.
- Griffioen, J., P. de Louw & C. Orup, J.W. (2010): Variatie in achtergrondbelasting van fosfaat op oppervlaktewater in een polder. 43(7): 35-38.

- Hammen, H. van der, T.H.L. Claassen & P.F.M. Verdonchot (1984): Handleiding voor hydrobiologische milieu-inventarisatie: eindverslag Interprovinciale Ambtelijke Werkgroep Milieu-inventarisatie, subwerkgroep Hydrobiologie. Provinciale Waterstaat van Noord-Holland, Haarlem. 61p. + bijl.
- Hammer, O., D.A.T. Harper & P.D. Ryan (2001): PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9p.
- Hoef-Emden, K. & J.M. Archibald (2010): Cryptomonads. Cryptophyta. Version 02 April 2010. <http://tolweb.org/Cryptomonads/2396/2010.04.02>.
- Jaarsma, N., M. Klinge & L. Lamers (2008): Van helder naar troebel... en weer terug. Rapport 2008-04. STOWA, Utrecht. 73p. + bijl.
- Klaveness, D. (1988): Ecology of the Cryptomonadida: a first review. In: C.D. Sandgren (Ed.) Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge. p. 105-133.
- Klein, J. de (2008): From ditch to delta: nutrient retention in running waters. Proefschrift, Wageningen University, Wageningen. 194p.
- Loeb, R., P. Verdonchot, F. Kragt & H. van Grinsven (2009): Sturen op fosfor of stikstof voor verbetering ecologische kwaliteit van zoete wateren? *H<sub>2</sub>O* 42(22): 32-34.
- Meij, T. de (2009): Wateraanvoer op de helling. *H<sub>2</sub>O* 42(19): 23-25.
- Meijden, R. van der (2005): Heukels' flora van Nederland, 23<sup>e</sup> druk. Wolters-Noordhoff, Groningen. 685p.
- Mennema, J., A.J. Quené-Boterbrood & C.L. Plate (1980): Atlas van de Nederlandse flora. 1. Uitgestorven en zeer zeldzame planten. Kosmos, Amsterdam. 226p.
- Mennema, J., A.J. Quené-Boterbrood & C.L. Plate (1985): Atlas van de Nederlandse flora. 2. Zeldzame en vrij zeldzame planten. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht. 349p.
- Ministeries V&W, VROM en LNV (2009): Stroomgebiedbeheerplan Rijndelta 2009-2015. Den Haag. 235p. + DVD.
- Molen, D.T. van der & R. Pot (red.) (2007): Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. STOWA-rapport 2007-32 / RWS-WD-rapport 2007.018. STOWA, Utrecht / Rijkswaterstaat Waterdienst, Lelystad. 362p.
- Nijs, A.C.M. de, A. Driesprong, H.A. den Hollander, L.R.M. de Poorter, W.H.J. Verweij, J.A. Vonk & D. de Zwart (2008): Risico's van toxische stoffen in de Nederlandse oppervlaktewateren. Rapport 607340001/2008. RIVM, Bilthoven.
- NW4 (1998): Waterkader. Vierde nota waterhuishouding (regeringsbeslissing). Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag. 162p.
- Pearson, E.S. & H.O. Hartley (1966): Biometrika tables for statisticians. Volume I. University Press, Cambridge. 264p.
- Pereiraa, M.J., U.M.M. Azeiteirob, F. Gonçalvesa & A.M.V.M. Soares (2003): Inorganic composition of the envelopes of *Trachelomonas* Ehr. (Euglenophyta). *Acta Oecologica* 24, Suppl. 1: , S317-S324.
- Portielje, R. & D.T. van der Molen (1998): Relaties tussen eutrofiëringsvariabelen en systeemkenmerken van de Nederlandse meren en plassen. Rapport 98.007. RIZA, Lelystad. 97p.
- Pot, R. (2001): Veldgids water- en oeverplanten. Uitgeverij KNNV, Utrecht. 352p.
- Pot, R. (2008): QBwat: ecologische beoordeling van waterkwaliteit conform de Europese Kaderrichtlijn Water, versie 4.17. Roelf Pot, Oosterhesselen. 15p.
- Preston, C.D. & J. Croft (1997): Aquatic plants in Britain and Ireland. Harley, Colchester. 365p.

- Rai, L.C., L.C. Gaur & H.D. Kumar (1981): Phycology and heavy-metal pollution. *Biological Reviews* 56(2): 99-151.
- Redfield, A.C. (1958): The biological control of chemical factors in the environment. *American Scientist* 46: 205-221.
- Reynolds, C.S. (2006): *Ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge. 535p.
- RIWA (2007): Jaarrapport 2006 De Rijn. Vereniging van Rivierwaterbedrijven, Nieuwegein. 180p.
- RIWA (2008): Jaarrapport 2007 De Rijn. Vereniging van Rivierwaterbedrijven, Nieuwegein. 160p.
- RIWA (2009): Jaarrapport 2008 De Rijn. Vereniging van Rivierwaterbedrijven, Nieuwegein. 172p.
- Roelofs, H.J., T.J. Beukeboom, A. Ebregt & W. Vos (1982): Landschapsecologische relaties van het grondwater op nationaal en regionaal niveau. Rapport 317. De Dorschkamp, Wageningen. 122p. + bijl.
- Roelofs, J.G.M. (1991): Inlet of alkaline river water into peaty lowlands: effects on water quality and *Stratiotes aloides* L. stands. *Aquatic Botany* 39: 267-293.
- Siebel, H. & H. During (2006): *Beknopte mosflora van Nederland en België*. Uitgeverij KNNV, Utrecht. 560p.
- Smolders, A.P.J., L.P.M. Lamers, E.C.H.E.T. Lucassen, G. van der Velde & J.G.M. Roelofs (2006): Internal eutrophication: How it works and what to do about it – a review. *Chemistry and Ecology*. 22: 93–111.
- STOWA (1994): *Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater: beoordelingssysteem voor kanalen op basis van macrofyten, macrofauna, epifytische diatomeeën en fytoplankton*. Rapport 94-1. Utrecht. 77p.
- STOWA (2001): *Ecologisch beoordelingssysteem voor stadswateren, gebruikershandleiding*. Rapport 2001-18. Utrecht. 64p.
- Tamis, W.L.M., R. van der Meijden, J. Runhaar, R.M. Bekker, W.A. Ozinga, B. Odé & I. Hoste (2004): Standaardlijst van de Nederlandse flora 2003. *Gorteria* 40: 101-195.
- Wallach, E. & B. Goffinet (1989): Mean squared error of prediction as a criterion for evaluating and comparing system models. *Ecological Modelling* 44: 299-306.
- Waterschap Rivierenland (2007): *Een blik onder water; waterkwaliteit 2001-2005 onder de loep genomen*. Tiel. 160p.
- Weeda, E.J., R. Westra, C. Westra & T. Westra (1985-1994): *Nederlandse oecologische flora: wilde planten en hun relaties 1-5*. Instituut voor Natuurbeschermingseducatie, Amsterdam.
- Wirdum, G. van (1980): Eenvoudige beschrijving van de waterkwaliteitsverandering gedurende de hydrologische kringloop. In: Hooghart, J.C. (red.) *Waterkwaliteit in grondwaterstromingsstelsels*. Rapporten en Nota's 5. CHO-TNO, Den Haag. p. 118-143.
- Wolters-Noordhoff (1995): *De grote Bosatlas*. WN Atlas Productions, Groningen. 223p. + bijl.
- Zonderwijk, M. (2008): Zwarte lijst van woekerende exotische waterplanten. *H<sub>2</sub>O* 41(6): 4-6.
- Zwolsman, G., H. Wanningen, M. Talsma & K. de Schampelaere (2007): *Minder risico's door zware metalen in oppervlaktewater dan aangenomen*. *H<sub>2</sub>O* 40(14/15): 29-31.



# Bijlagen



## Bijlage 2.1. Locaties en kwaliteitselementen

De locaties zijn numeriek gerangschikt.

In de afkortingen van de locaties zijn de eerste drie tekens afkortingen van de watertypen (Tabel 2.1), de volgende twee tekens (hoofdletters) zijn afkortingen van de waterlichamen (Figuur 2.4) en de laatste twee tekens (cijfers) het nummer van de locatie binnen het waterlichaam (gelijk aan de laatste twee cijfers in de eerste kolom). De watertypen zijn conform de indeling van het Waterschap Rivierenland.

De ligging is vermeld in de kilometernotatie van de Amersfoortcoördinaten. De getallen in de kolommen voor de kwaliteitselementen (Fypl = fytoplankton) geven het aantal beschikbare monsters of opnamen per jaar aan. De vissen zijn niet per locatie, maar per waterlichaam bemonsterd.

Het KRW-type is de type-indeling van het waterschap volgens Tabel 2.1

Het Ebeo-type is de indeling volgens de criteria van de Ebeo-systemen (Franken e.a. 2006) met de afkortingen uit Tabel 2.1.

De afkorting is de aanduiding van de betreffende locatie in tabellen en figuren. De eerste twee letters duiden het Ebeo-type aan, de laatste twee letters het oppervlaktewaterlichaam, zoals verklaard in Figuur 2.4 en de twee cijfers in het midden zijn een volgnummer binnen watertype en oppervlaktewaterlichaam.

De getallen bij de kolommen voor de kwaliteitselementen in de verschillende jaren geven het aantal monsters aan uit dat jaar.

# Bijlagen

| Nummer<br>NL_09_... | KRW-<br>type | Ebeo-<br>type | Afkor-<br>ting | Omschrijving |                                    | Ligging                   |          | Chemie   |     |     | Macrofyten |     |     | Fypl | Macrofauna |     |     | Vis |
|---------------------|--------------|---------------|----------------|--------------|------------------------------------|---------------------------|----------|----------|-----|-----|------------|-----|-----|------|------------|-----|-----|-----|
|                     |              |               |                | Type         | Naam waterlichaam                  | Naam watergang            | X-coörd. | Y-coörd. | '06 | '07 | '08        | '06 | '07 | '08  | '06        | '06 | '07 | '08 |
| 01_01               | M10          | Vb            | 0101AS         | M10          | Alblas                             | Alblas                    | 108,04   | 430,30   | 12  | 12  | 1          |     |     | 5    |            |     |     | 1   |
| 02_01               | M03          | Kb            | 0201AL         | M03          | Alm                                | Wijde Alm                 | 127,89   | 421,57   | 14  | 14  | 12         | 1   | 1   | 7    | 1          | 1   |     | 1   |
| 02_02               | M03          | Ks            | 0202AL         | M03          | Alm                                | Alm                       | 125,54   | 420,10   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 02_03               | M03          | Ks            | 0203AL         | M03          | Alm                                | Wijde Alm                 | 127,14   | 421,52   |     |     |            | 1   |     |      |            | 1   |     | 1   |
| 02_04               | M03          | Ks            | 0204AL         | M03          | Alm                                | Alm                       | 124,42   | 420,18   |     |     |            | 1   |     |      |            | 1   |     | 1   |
| 02_05               | M03          | Ks            | 0205AL         | M03          | Alm                                | Alm                       | 128,66   | 421,11   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 02_06               | M03          | SK            | 0206AL         | M03          | Alm                                | Alm                       | 129,34   | 422,86   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 03_01               | R04          | BU            | 0301GR         | R04          | Beken Groesbeek                    | Bruukse Beek              | 193,53   | 420,23   |     | 13  |            |     | 1   |      |            |     |     |     |
| 03_02               | R04          | BU            | 0302GR         | R04          | Beken Groesbeek                    | Drulse Beek               | 194,48   | 419,89   |     | 9   |            |     | 1   |      |            |     |     |     |
| 04_01               | R06          | BL            | 0401LB         | R06          | Beneden-Linge                      | Linge                     | 144,54   | 434,38   | 12  | 12  | 12         | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 04_02               | R06          | BL            | 0402LB         | R06          | Beneden-Linge                      | Linge                     | 129,57   | 430,16   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 04_03               | R06          | BL            | 0403LB         | R06          | Beneden-Linge                      | Linge                     | 139,66   | 434,26   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 04_04               | R06          | BL            | 0404LB         | R06          | Beneden-Linge                      | Linge                     | 133,45   | 431,76   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 04_05               | R06          | BL            | 0405LB         | R06          | Beneden-Linge                      | Linge                     | 126,92   | 427,61   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 04_06               | R06          | BL            | 0406LB         | R06          | Beneden-Linge                      | Linge                     | 141,15   | 432,43   | 13  | 12  | 12         | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 04_07               | R06          | BL            | 0407LB         | R06          | Beneden-Linge                      | Linge                     | 148,33   | 432,99   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 04_08               | R06          | BL            | 0408LB         | R06          | Beneden-Linge                      | Linge                     | 136,51   | 432,09   | 13  | 13  | 12         | 1   |     |      |            | 1   |     | 1   |
| 05_01               | M10          | Vs            | 0501GI         | M10          | Giessen                            | Buiten Giessen            | 117,22   | 427,07   |     | 12  |            | 1   |     | 6    | 1          |     |     | 1   |
| 05_02               | M10          | Vb            | 0502GI         | M10          | Giessen                            | Giessen                   | 121,61   | 431,12   |     | 12  | 12         | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 05_03               | M10          | Vb            | 0503GI         | M10          | Giessen                            | Giessen                   | 123,73   | 433,33   |     | 12  | 12         | 1   |     | 6    |            |     |     | 1   |
| 05_04               | M10          | Vb            | 0504GI         | M10          | Giessen                            | Giessen                   | 106,68   | 431,06   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 05_05               | M10          | Vb            | 0505GI         | M10          | Giessen                            | Giessen                   | 121,22   | 429,94   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 05_06               | M10          | Vb            | 0506GI         | M10          | Giessen                            | Giessen                   | 123,26   | 432,53   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 05_07               | M10          | Vs            | 0507GI         | M10          | Giessen                            | Giessen                   | 124,43   | 434,83   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 06_01               | M27          | Vb            | 0601HO         | M27          | Hogeboezem van de Overwaard        | Hogeboezem v.d. Overwaard | 104,19   | 433,23   |     | 14  | 12         |     | 1   |      |            |     |     | 1   |
| 07_01               | M03          | SZ            | 0701KB         | M03          | Kanalen Bloemers                   | Nieuwe Wetering           | 182,32   | 425,74   | 11  | 12  | 13         | 1   | 1   |      |            |     |     | 1   |
| 07_02               | M03          | Kb            | 0702KB         | M03          | Kanalen Bloemers                   | Nieuwe Wetering           | 172,78   | 428,63   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 07_03               | M03          | Kb            | 0703KB         | M03          | Kanalen Bloemers                   | Nieuwe Wetering           | 169,65   | 427,35   | 14  | 12  | 12         | 1   | 1   |      |            | 1   |     | 1   |
| 08_01               | M03          | SK            | 0801BO         | M03          | Kanalen Bommelerwaard-oost         | Drielse Wetering          | 148,57   | 419,49   | 12  | 12  | 12         | 1   |     |      |            | 1   |     |     |
| 08_02               | M03          | Kb            | 0802BO         | M03          | Kanalen Bommelerwaard-oost         | Welse Wetering            | 143,09   | 419,72   | 12  | 12  | 12         | 1   | 1   | 1    | 1          |     |     |     |
| 08_03               | M03          | SK            | 0803BO         | M03          | Kanalen Bommelerwaard-oost         | Parallelwetering          | 146,40   | 420,08   | 12  | 12  | 12         | 1   |     |      |            |     |     |     |
| 09_01               | M03          | SK            | 0901BW         | M03          | Kanalen Bommelerwaard-west         | Van Heemstrawetering      | 140,06   | 422,82   | 12  | 13  | 11         | 1   |     | 1    | 1          |     |     |     |
| 09_02               | M03          | Ks            | 0902BW         | M03          | Kanalen Bommelerwaard-west         | Capreton                  | 137,45   | 422,88   | 12  | 13  | 12         | 1   | 1   |      |            | 1   |     |     |
| 09_03               | M03          | Ks            | 0903BW         | M03          | Kanalen Bommelerwaard-west         | Capreton                  | 140,59   | 421,96   | 2   |     |            | 1   |     |      |            |     |     |     |
| 09_04               | M03          | Kb            | 0904BW         | M03          | Kanalen Bommelerwaard-west         | Capreton                  | 137,90   | 422,83   | 12  | 13  | 12         | 1   |     |      |            |     |     |     |
| 10_01               | M03          | SK            | 1001HA         | M03          | Kanalen Land van Heusden en Altena | Afwateringskanaal Altena  | 129,41   | 417,29   | 13  | 12  | 12         | 1   |     |      |            | 1   |     | 1   |
| 10_02               | M03          | Ks            | 1002HA         | M03          | Kanalen Land van Heusden en Altena | Afwateringskanaal Altena  | 127,34   | 421,77   | 13  | 13  | 12         | 1   |     | 1    | 1          |     |     | 1   |
| 10_03               | M03          | Kb            | 1003HA         | M03          | Kanalen Land van Heusden en Altena | Afwateringskanaal Altena  | 123,38   | 424,84   | 12  | 12  | 12         | 1   |     | 1    | 1          |     |     | 1   |
| 11_01               | M03          | Ks            | 1101LL         | M03          | Kanalen Lek en Linge               | Nieuwe Graaf              | 139,27   | 435,83   | 1   | 13  | 12         | 1   |     |      |            | 1   |     | 1   |
| 11_02               | M03          | Ks            | 1102LL         | M03          | Kanalen Lek en Linge               | Culemborgse Vliet         | 137,91   | 436,23   | 1   | 13  | 12         | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 11_03               | M03          | Ks            | 1103LL         | M03          | Kanalen Lek en Linge               | Molenkade                 | 138,64   | 437,78   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 11_04               | M03          | Ks            | 1104LL         | M03          | Kanalen Lek en Linge               | Nieuwe Graaf              | 139,51   | 435,86   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 11_05               | M03          | SK            | 1105LL         | M03          | Kanalen Lek en Linge               | Zwarte Kade               | 146,17   | 437,20   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 11_06               | M03          | Kb            | 1106LL         | M03          | Kanalen Lek en Linge               | Bisschopsgraaf            | 145,35   | 434,04   |     | 12  | 12         | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 11_07               | M03          | SK            | 1107LL         | M03          | Kanalen Lek en Linge               | Bisschopse Sloot          | 144,77   | 436,79   |     | 14  |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 12_01               | M03          | SK            | 1201QU         | M03          | Kanalen Quarles van Ufford         | Broekse Leigraaf          | 170,46   | 431,16   | 14  | 12  | 12         | 1   | 1   |      |            | 1   |     |     |
| 12_02               | M03          | Kb            | 1202QU         | M03          | Kanalen Quarles van Ufford         | Reefwetering              | 160,06   | 428,28   | 13  | 12  | 12         | 1   | 1   | 1    | 1          |     |     |     |
| 12_03               | M03          | SK            | 1203QU         | M03          | Kanalen Quarles van Ufford         | Broekse Leigraaf          | 174,74   | 430,36   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     |     |
| 12_04               | M03          | SK            | 1204QU         | M03          | Kanalen Quarles van Ufford         | Bemerdwetering            | 159,58   | 430,55   | 13  | 12  | 12         | 1   | 1   |      |            | 1   |     |     |
| 12_05               | M03          | SK            | 1205QU         | M03          | Kanalen Quarles van Ufford         | Blauwe Wetering           | 168,00   | 430,08   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     |     |
| 12_06               | M03          | Ks            | 1206QU         | M03          | Kanalen Quarles van Ufford         | Leeuwense Wetering        | 162,60   | 428,91   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     |     |
| 12_07               | M03          | Ks            | 1207QU         | M03          | Kanalen Quarles van Ufford         | Broekse Leigraaf          | 173,81   | 430,91   | 13  | 13  | 12         | 1   |     |      |            | 1   |     |     |
| 13_01               | M03          | Ks            | 1301TK         | M03          | Kanalen Tielervwaarden             | Tweede Middelste Wetering | 133,72   | 428,83   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 13_02               | M03          | Ks            | 1302TK         | M03          | Kanalen Tielervwaarden             | Mark                      | 147,10   | 429,86   | 9   | 13  | 12         | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 13_03               | M03          | SK            | 1303TK         | M03          | Kanalen Tielervwaarden             | Dwarswetering             | 134,92   | 431,35   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 13_04               | M03          | Ks            | 1304TK         | M03          | Kanalen Tielervwaarden             | Leuvense Achtervliet      | 132,37   | 429,45   | 13  | 12  | 12         | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 13_05               | M03          | Ks            | 1305TK         | M03          | Kanalen Tielervwaarden             | Kanaal naar Broekse sluis | 131,61   | 428,50   | 13  | 12  |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 13_06               | M03          | Ks            | 1306TK         | M03          | Kanalen Tielervwaarden             | Marijkegraaf              | 140,99   | 429,86   |     | 12  |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 13_07               | M03          | Ks            | 1307TK         | M03          | Kanalen Tielervwaarden             | Hoogveldse Wetering       | 129,64   | 429,29   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 14_01               | M03          | Vb            | 1401VY         | M03          | Kanalen Vijftheerenlanden          | Achterwetering            | 128,37   | 430,79   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 14_02               | M03          | Vs            | 1402VY         | M03          | Kanalen Vijftheerenlanden          | Over-Boeicopper Wetering  | 133,49   | 440,49   |     | 13  | 12         | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 14_03               | M03          | SV            | 1403VY         | M03          | Kanalen Vijftheerenlanden          | Bastaardkade              | 130,81   | 439,75   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     | 1   |
| 15_01               | R08          | Kb            | 1501AB         | R08          | Kreekrestanten Alm en Biesbosch    | Noorder Afwateringskanaal | 124,49   | 415,31   | 12  |     |            | 1   |     |      |            |     |     |     |
| 15_02               | R08          | Kb            | 1502AB         | R08          | Kreekrestanten Alm en Biesbosch    | Oude Maasje               | 130,72   | 414,43   | 13  | 12  | 12         | 1   |     |      |            |     |     |     |
| 15_03               | R08          | SK            | 1503AB         | R08          | Kreekrestanten Alm en Biesbosch    | Noorder Afwateringskanaal | 133,73   | 415,32   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     |     |
| 15_04               | R08          | Kb            | 1504AB         | R08          | Kreekrestanten Alm en Biesbosch    | Oostkil                   | 118,77   | 416,03   | 12  | 12  | 12         | 1   |     | 6    | 1          |     |     |     |
| 15_05               | R08          | Kb            | 1505AB         | R08          | Kreekrestanten Alm en Biesbosch    | Oostkil                   | 119,77   | 416,28   | 12  | 12  | 12         | 1   |     | 6    |            |     |     |     |
| 15_06               | R08          | Kb            | 1506AB         | R08          | Kreekrestanten Alm en Biesbosch    | Bruine Kil                | 118,98   | 419,73   | 13  | 12  | 12         | 1   |     | 6    | 1          |     |     |     |
| 15_07               | R08          | Kb            | 1507AB         | R08          | Kreekrestanten Alm en Biesbosch    | Bleeke Kil                | 120,94   | 417,36   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     |     |
| 15_08               | R08          | Kb            | 1508AB         | R08          | Kreekrestanten Alm en Biesbosch    | Bakkerskil                | 120,49   | 419,64   | 13  | 13  | 12         | 1   |     | 7    | 1          |     |     |     |
| 15_09               | R08          | Kb            | 1509AB         | R08          | Kreekrestanten Alm en Biesbosch    | Bakkerskil                | 121,98   | 421,90   |     |     |            | 1   |     |      |            |     |     |     |
| 15_10               | R08          | Kb            | 1510AB         | R08          | Kreekrestanten Alm en Biesbosch    | Bakkerskil                | 118,95   | 418,30   |     | 12  |            | 1   |     |      |            |     |     |     |
| 16_01               | M6a          | BL            | 1601LI         | M6a          | Linge                              | Linge                     | 156,19   | 435,17   |     |     |            |     |     |      |            |     |     |     |

# Pilot stuurvariabelen waterkwaliteit en ecologie

| Nummer<br>NL_09 ... | KRW-<br>type | Ebeo-<br>type | Afkor-<br>ting | Omschrijving |                           | Ligging        |                              | Chemie   |        |     | Macrofyten |     |     | Fypl | Macrofauna |     |     | Vis |     |     |
|---------------------|--------------|---------------|----------------|--------------|---------------------------|----------------|------------------------------|----------|--------|-----|------------|-----|-----|------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                     |              |               |                | Type         | Naam waterlichaam         | Naam watergang | X-coörd.                     | Y-coörd. | '06    | '07 | '08        | '06 | '07 | '08  | '06        | '06 | '07 | '08 | '06 | '07 |
| 17_03               | M6a          | BL            | 1703LN         | M6a          | Linge en Kanalen          | Nederbetuwe    | Linge                        | 166,40   | 436,54 | 13  | 12         | 13  | 1   |      |            |     |     |     |     |     |
| 17_04               | M6a          | BL            | 1704LN         | M6a          | Linge en Kanalen          | Nederbetuwe    | Linge                        | 166,40   | 436,54 | 13  | 12         | 13  | 1   | 1    |            |     |     |     |     |     |
| 18_01               | M6a          | BL            | 1801LO         | M6a          | Linge en Kanalen          | Overbetuwe     | Linge                        | 177,68   | 438,72 | 12  | 13         |     |     |      |            |     |     |     |     |     |
| 18_02               | M6a          | BL            | 1802LO         | M6a          | Linge en Kanalen          | Overbetuwe     | Linge                        | 195,65   | 434,34 | 13  | 12         | 12  | 1   |      |            |     |     |     |     |     |
| 18_03               | M6a          | Ks            | 1803LO         | M6a          | Linge en Kanalen          | Overbetuwe     | Eldense Zeeg                 | 182,08   | 439,11 |     |            |     | 1   |      |            |     |     |     |     |     |
| 18_04               | M6a          | Ks            | 1804LO         | M6a          | Linge en Kanalen          | Overbetuwe     | Breede Sloot                 | 182,07   | 435,05 |     |            |     | 1   |      |            |     |     |     |     |     |
| 18_05               | M6a          | Ks            | 1805LO         | M6a          | Linge en Kanalen          | Overbetuwe     | Bemmelse Zeeg                | 188,57   | 435,23 | 12  | 12         | 13  | 1   | 1    |            |     |     |     |     |     |
| 18_06               | M6a          | Kb            | 1806LO         | M6a          | Linge en Kanalen          | Overbetuwe     | Lingekanaal                  | 174,76   | 439,94 |     | 3          |     |     | 1    |            |     |     |     |     |     |
| 18_07               | M6a          | Ks            | 1807LO         | M6a          | Linge en Kanalen          | Overbetuwe     | Verloren Zeeg                | 181,11   | 436,83 |     |            |     |     | 1    |            |     |     |     |     |     |
| 18_08               | M6a          | Ks            | 1808LO         | M6a          | Linge en Kanalen          | Overbetuwe     | Verloren Zeeg                | 181,46   | 436,00 | 11  | 12         | 13  | 1   |      |            |     |     |     |     |     |
| 18_09               | M6a          | Ks            | 1809LO         | M6a          | Linge en Kanalen          | Overbetuwe     | Verloren Zeeg                | 181,44   | 434,48 |     |            | 12  |     | 1    |            |     |     |     |     |     |
| 18_10               | M6a          | Ks            | 1810LO         | M6a          | Linge en Kanalen          | Overbetuwe     | Endelse Zeeg                 | 182,22   | 439,18 | 12  | 13         | 13  | 1   |      |            |     |     |     |     |     |
| 18_11               | M6a          | BL            | 1811LO         | M6a          | Linge en Kanalen          | Overbetuwe     | Linge                        | 185,38   | 438,13 | 12  | 13         |     | 1   |      |            |     |     |     |     |     |
| 18_12               | M6a          | Kb            | 1812LO         | M6a          | Linge en Kanalen          | Overbetuwe     | Stadswater Arnhem            | 188,88   | 441,71 |     |            | 12  |     | 1    |            |     |     |     |     |     |
| 18_13               | M6a          | SK            | 1813LO         | M6a          | Linge en Kanalen          | Overbetuwe     | Rietkampse Tochtsloot        | 182,77   | 433,64 | 1   | 12         | 13  | 1   |      |            |     |     |     |     |     |
| 19_01               | M7b          | BL            | 1901MW         | M7b          | Merwedekanaal /           | Steenenhoek    | Linge                        | 120,13   | 426,94 |     |            |     | 1   |      |            |     |     |     |     | 1   |
| 19_02               | M7b          | Kb            | 1902MW         | M7b          | Merwedekanaal /           | Steenenhoek    | Merwedekanaal                | 127,04   | 429,46 |     | 12         | 12  |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 19_03               | M7b          | BL            | 1903MW         | M7b          | Merwedekanaal /           | Steenenhoek    | Linge                        | 123,39   | 427,76 |     |            |     |     |      |            |     |     |     |     | 1   |
| 19_04               | M7b          | Kb            | 1904MW         | M7b          | Merwedekanaal /           | Steenenhoek    | Merwedekanaal                | 134,18   | 443,05 |     | 12         | 12  |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 19_05               | M7b          | Kb            | 1905MW         | M7b          | Merwedekanaal /           | Steenenhoek    | Merwedekanaal                | 128,04   | 434,56 |     | 12         | 12  |     | 1    |            |     | 1   |     |     | 1   |
| 19_06               | M7b          | Kb            | 1906MW         | M7b          | Merwedekanaal /           | Steenenhoek    | Merwedekanaal                | 131,32   | 439,03 |     |            |     |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 20_01               | M03          | Kb            | 2001RO         | M03          | Oude Rijn                 |                | Oude Rijn                    | 165,09   | 439,36 | 9   | 13         | 13  |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 20_02               | M03          | Ks            | 2002RO         | M03          | Oude Rijn                 |                | Oude Rijn                    | 164,65   | 440,09 | 11  | 13         | 13  |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 21_01               | M02          | SK            | 2101SB         | M02          | Sloot Bloemers            |                | Nieuwe Wetering              | 174,49   | 427,04 |     |            |     | 1   |      |            |     |     |     |     |     |
| 22_01               | M1a          | Ks            | 2201BS         | M1a          | Sloten Bommelerwaard-west |                | Kanaal naar van Dam van Bral | 132,59   | 423,14 | 12  | 12         | 12  | 1   | 1    |            | 1   | 1   |     |     |     |
| 22_02               | M1a          | SK            | 2202BS         | M1a          | Sloten Bommelerwaard-west |                | Van Heemstrawetering         | 135,69   | 423,71 |     |            |     |     | 1    |            |     |     |     |     |     |
| 23_01               | M02          | SK            | 2301CI         | M02          | Sloten Citters            |                | Ruffelse Sloot               | 174,67   | 424,84 | 13  | 12         | 12  | 1   |      |            | 6   |     |     |     | 1   |
| 23_02               | M02          | SK            | 2302CI         | M02          | Sloten Citters            |                | Zeedijkse Leigraaf           | 179,16   | 421,25 | 12  | 12         |     | 1   |      |            |     | 1   |     |     | 1   |
| 23_03               | M02          | SZ            | 2303CI         | M02          | Sloten Citters            |                | Zoetebornse Sloot            | 181,18   | 422,46 | 11  | 12         | 12  | 1   |      |            |     | 1   |     |     | 1   |
| 23_04               | M02          | SZ            | 2304CI         | M02          | Sloten Citters            |                | Geitwetering                 | 182,28   | 422,23 |     |            |     | 1   |      |            |     |     |     |     | 1   |
| 23_05               | M02          | Ks            | 2305CI         | M02          | Sloten Citters            |                | Balgijse Wetering            | 177,16   | 423,11 |     |            |     | 1   |      |            |     |     |     |     |     |
| 23_06               | M02          | Ks            | 2306CI         | M02          | Sloten Citters            |                | Balgijse Wetering            | 176,83   | 422,89 | 14  | 12         | 13  | 1   |      |            |     |     |     |     | 1   |
| 23_07               | M02          | Kb            | 2307CI         | M02          | Sloten Citters            |                | Wijchens Meer                | 177,02   | 424,03 |     |            |     |     |      |            |     |     |     |     | 1   |
| 23_08               | M02          | SZ            | 2308CI         | M02          | Sloten Citters            |                | Niftrikse Wetering           | 174,41   | 424,67 | 13  | 12         | 12  | 1   |      |            | 7   | 1   |     |     | 1   |
| 23_09               | M02          | SK            | 2309CI         | M02          | Sloten Citters            |                | Zeedijkse Leigraaf           | 182,84   | 420,78 | 13  | 12         | 12  | 1   |      |            | 6   | 1   |     |     | 1   |
| 23_10               | M02          | SZ            | 2310CI         | M02          | Sloten Citters            |                | Gaaseltse Graaf              | 181,78   | 420,89 | 4   | 12         |     | 1   |      |            |     | 1   |     |     | 1   |
| 23_11               | M02          | SK            | 2311CI         | M02          | Sloten Citters            |                | Balgijse Wetering            | 178,60   | 422,11 | 11  | 12         |     | 1   |      |            |     |     |     |     | 1   |
| 24_01               | M1a          | Ks            | 2401SL         | M1a          | Sloten Lek en Linge       |                | Korne                        | 149,97   | 434,45 |     |            |     |     |      | 1          |     |     |     |     |     |
| 24_02               | M1a          | SK            | 2402SL         | M1a          | Sloten Lek en Linge       |                | Hennisdijkse Dwarsloot       | 150,00   | 435,99 | 5   | 15         | 13  |     | 1    |            |     |     |     |     |     |
| 24_03               | M1a          | SK            | 2403SL         | M1a          | Sloten Lek en Linge       |                | Hofkampse Wetering           | 150,26   | 436,90 | 5   | 15         | 13  |     | 1    |            |     |     |     |     |     |
| 24_04               | M1a          | Kb            | 2404SL         | M1a          | Sloten Lek en Linge       |                | Korne                        | 150,69   | 435,26 |     |            |     |     | 1    |            |     |     |     |     |     |
| 24_05               | M1a          | Ks            | 2405SL         | M1a          | Sloten Lek en Linge       |                | Hooglandse Wetering          | 147,64   | 434,56 |     |            |     |     | 1    |            |     |     |     |     |     |
| 24_06               | M1a          | SK            | 2406SL         | M1a          | Sloten Lek en Linge       |                | Bulksteegse Wetering         | 149,13   | 434,43 | 5   | 15         | 13  |     | 1    | 1          |     |     |     |     |     |
| 25_01               | M1a          | Ks            | 2501NB         | M1a          | Sloten Nederbetuwe        |                | Korne                        | 151,49   | 435,82 | 12  | 13         | 12  |     | 1    |            |     |     |     |     |     |
| 25_02               | M1a          | Kb            | 2502NB         | M1a          | Sloten Nederbetuwe        |                | Maurikse Wetering            | 156,34   | 440,67 | 12  | 12         | 13  | 1   | 1    |            |     |     |     |     |     |
| 25_03               | M1a          | Ks            | 2503NB         | M1a          | Sloten Nederbetuwe        |                | Maurikse Wetering            | 159,28   | 440,49 | 11  | 12         | 13  |     | 1    | 1          |     |     |     |     |     |
| 25_04               | M1a          | SK            | 2504NB         | M1a          | Sloten Nederbetuwe        |                | Stadswater Tiel              | 152,94   | 437,83 |     |            |     | 1   |      |            |     |     |     |     |     |
| 26_01               | M1a          | Ks            | 2601OB         | M1a          | Sloten Overbetuwe         |                | Andelste Leigraaf            | 173,62   | 437,40 |     |            | 1   |     | 1    |            |     |     |     |     |     |
| 27_01               | M1a          | SK            | 2701TS         | M1a          | Sloten Tielervwaarden     |                | Bulkheuvelse Sloot           | 154,05   | 429,41 | 12  | 13         | 12  |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 27_02               | M1a          | Ks            | 2702TS         | M1a          | Sloten Tielervwaarden     |                | Lekkerwaardse Wetering       | 151,14   | 430,05 | 15  | 12         | 12  |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 27_03               | M1a          | SK            | 2703TS         | M1a          | Sloten Tielervwaarden     |                | Bulkheuvelse Sloot           | 153,36   | 429,09 |     |            |     | 1   |      |            |     |     |     |     | 1   |
| 28_01               | M10          | Kb            | 2801VN         | M10          | Veenvaarten Nederwaard    |                | Nieuwe Waterschap            | 103,45   | 433,40 |     | 13         | 12  |     | 1    |            |     | 1   |     |     | 1   |
| 28_02               | M10          | Vb            | 2802VN         | M10          | Veenvaarten Nederwaard    |                | Graafstroom                  | 117,00   | 432,55 |     | 12         | 12  |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 28_03               | M10          | Vs            | 2803VN         | M10          | Veenvaarten Nederwaard    |                | Stadsgracht Papendrecht      | 106,65   | 428,78 |     |            | 12  |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 28_04               | M10          | Vs            | 2804VN         | M10          | Veenvaarten Nederwaard    |                | Alblas                       | 112,35   | 431,37 |     | 12         | 12  |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 29_01               | M10          | Vb            | 2901VO         | M10          | Veenvaarten Overwaard     |                | Ammerse Boezem               | 116,75   | 435,98 | 13  | 12         | 1   | 1   |      |            |     | 1   |     |     | 1   |
| 29_02               | M10          | SV            | 2902VO         | M10          | Veenvaarten Overwaard     |                | Schelluinse Vliet            | 123,07   | 428,92 |     |            |     |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 29_03               | M10          | Vs            | 2903VO         | M10          | Veenvaarten Overwaard     |                | Grote Vliet                  | 125,89   | 436,89 |     |            |     |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 29_04               | M10          | SV            | 2904VO         | M10          | Veenvaarten Overwaard     |                | Noordelijke Tiendwegwetering | 119,61   | 438,04 |     |            |     |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 29_05               | M10          | Vb            | 2905VO         | M10          | Veenvaarten Overwaard     |                | Achterwaterschap             | 110,56   | 432,71 |     | 13         | 12  |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 29_06               | M10          | Vb            | 2906VO         | M10          | Veenvaarten Overwaard     |                | Ottolandse Kade              | 118,75   | 433,65 |     | 12         | 12  |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 29_07               | M10          | Vs            | 2907VO         | M10          | Veenvaarten Overwaard     |                | Gemaalvliet                  | 112,58   | 434,50 |     | 13         | 12  |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 29_08               | M10          | Vb            | 2908VO         | M10          | Veenvaarten Overwaard     |                | Achterwaterschap             | 103,57   | 433,38 |     | 12         | 12  |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 29_09               | M10          | Vb            | 2909VO         | M10          | Veenvaarten Overwaard     |                | Dwarsgang                    | 120,37   | 434,75 |     |            | 12  |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 29_10               | M10          | SV            | 2910VO         | M10          | Veenvaarten Overwaard     |                | Ravenhoekse Vliet            | 125,19   | 437,04 |     |            |     |     | 1    |            |     |     |     |     | 1   |
| 30_01               | R05          | SK            | 3001OY         | R05          | Weteringen Ooijpolder     |                | Grenswetering                | 194,41   | 427,73 | 12  | 13         | 13  | 1   | 1    |            |     | 1   | 1   |     |     |
| 30_02               | R05          | Kb            | 3002OY         | R05          | Weteringen Ooijpolder     |                | Het Meer                     | 190,89   | 428,10 |     |            |     |     | 1    |            |     |     |     |     |     |
| 30_03               | R05          | SK            | 3003OY         | R05          | Weteringen Ooijpolder     |                | Otterlei                     | 198,20   | 427,79 |     |            |     |     | 1    |            |     |     |     |     |     |
| 30_04               | R05          | Kb            | 3004OY         | R05          | Weteringen Ooijpolder     |                | 't Meertje                   | 188,84   | 428,74 | 13  | 12         | 13  |     |      |            |     |     |     |     |     |



## Bijlage 2.2 Aantal locaties per type en waterlichaam

De locaties zijn per gebied ongeveer van oost naar west gerangschikt.

| Gebied                                  | Waterlichaam                       | Afk. | Stromend        |                | Kanalen |       |      |       | Sloten |      |      | Alle |     |
|-----------------------------------------|------------------------------------|------|-----------------|----------------|---------|-------|------|-------|--------|------|------|------|-----|
|                                         |                                    |      | boven-<br>lopen | rivier-<br>tje | klei    |       | veen |       | zand   | klei | veen |      |     |
|                                         |                                    |      |                 |                | smal    | breed | smal | breed |        |      |      |      |     |
| Noord (tussen Rijn/Lek en Waal/Merwede) |                                    |      |                 |                |         |       |      |       |        |      |      |      |     |
|                                         | Sloten Overbetuwe                  | OB   |                 |                |         | 1     |      |       |        |      |      | 1    |     |
|                                         | Sloten Nederbetuwe                 | NB   |                 |                |         | 2     | 1    |       |        | 1    |      | 4    |     |
|                                         | Sloten Tielerwaarden               | TS   |                 |                |         | 1     |      |       |        | 2    |      | 3    |     |
|                                         | Sloten Lek en Linge                | SL   |                 |                |         | 2     | 1    |       |        | 3    |      | 6    |     |
|                                         | Linge en Kanalen Overbetuwe        | LO   |                 | 3              |         | 7     | 2    |       |        | 1    |      | 13   |     |
|                                         | Linge en Kanalen Nederbetuwe       | LN   |                 | 4              |         |       |      |       |        |      |      | 4    |     |
|                                         | Linge                              | LI   |                 | 2              |         |       |      |       |        | 1    |      | 3    |     |
|                                         | Oude Rijn                          | RO   |                 |                |         | 1     | 1    |       |        |      |      | 2    |     |
|                                         | Kanalen Lek en Linge               | LL   |                 |                |         | 4     | 1    |       |        | 2    |      | 7    |     |
|                                         | Beneden-Linge                      | LB   |                 | 8              |         |       |      |       |        |      |      | 8    |     |
|                                         | Kanalen Tielerwaarden              | TK   |                 |                |         | 6     |      |       |        | 1    |      | 7    |     |
|                                         | Kanalen Vijfheerenlanden           | VY   |                 |                |         |       |      | 1     | 1      |      | 1    | 3    |     |
|                                         | Merwedekanaal / Steenenhoek        | MW   |                 | 2              |         | 4     |      |       |        |      |      | 6    |     |
|                                         | Zouweboezem                        | ZO   |                 |                |         |       |      |       | 6      |      |      | 6    |     |
|                                         | Giessen                            | GI   |                 |                |         |       |      | 2     | 5      |      |      | 7    |     |
|                                         | Veenvaarten Overwaard              | VO   |                 |                |         |       |      | 2     | 5      |      | 3    | 10   |     |
|                                         | Alblas                             | AS   |                 |                |         |       |      |       | 1      |      |      | 1    |     |
|                                         | Veenvaarten Nederwaard             | VN   |                 |                |         | 1     |      | 2     | 1      |      |      | 4    |     |
|                                         | Hogeboezem van de Overwaard        | HO   |                 |                |         |       |      |       | 1      |      |      | 1    |     |
| Zuid (tussen Waal/Merwede en Maas)      |                                    |      |                 |                |         |       |      |       |        |      |      |      |     |
|                                         | Beken Groesbeek                    | GR   |                 | 2              |         |       |      |       |        |      |      | 2    |     |
|                                         | Weteringen Ooijpolder              | OY   |                 |                |         |       | 4    |       |        | 3    |      | 7    |     |
|                                         | Sloten Citters                     | CI   |                 |                |         | 2     | 1    |       |        | 4    | 4    | 11   |     |
|                                         | Sloot Bloemers                     | SB   |                 |                |         |       |      |       |        | 1    |      | 1    |     |
|                                         | Kanalen Bloemers                   | KB   |                 |                |         |       | 2    |       |        | 1    |      | 3    |     |
|                                         | Kanalen Quarles van Ufford         | QU   |                 |                |         | 2     | 1    |       |        | 4    |      | 7    |     |
|                                         | Kanalen Bommelerwaard-oost         | BO   |                 |                |         | 1     |      |       |        | 2    |      | 3    |     |
|                                         | Kanalen Bommelerwaard-west         | BW   |                 |                |         | 2     | 1    |       |        | 1    |      | 4    |     |
|                                         | Sloten Bommelerwaard-west          | BS   |                 |                |         | 1     |      |       |        | 1    |      | 2    |     |
|                                         | Alm                                | AL   |                 |                |         | 4     | 1    |       |        | 1    |      | 6    |     |
|                                         | Kanalen Land van Heusden en Altena | HA   |                 |                |         | 1     | 1    |       |        | 1    |      | 3    |     |
|                                         | Kreekrestanten Alm en Biesbosch    | AB   |                 |                |         |       | 9    |       |        | 1    |      | 10   |     |
|                                         | Alle waterlichamen                 |      |                 | 2              | 19      | 37    | 31   | 7     | 20     | 5    | 30   | 4    | 155 |



## Bijlage 3.1 Hydrologie, hydromorfologie, omgeving, landschap, onderhoud

Legenda bij de tabel op de volgende bladzijden. Afk. 1 is de afkorting die in deze tabel wordt gebruikt. Afk. 2 wordt gebruikt in diagrammen van de ordinaties. Lege velden: geen waarneming, - = waarde is nul. De onderhoudsperioden zijn gedefinieerd in Tabel 4.4

| Groep           | Afk. 1 | Afk. 2 | Eenheid | Omschrijving                                               | Verklaring                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------|--------|--------|---------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hydromorfologie | L      | L      | km      | Lengte waterlichaam                                        |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | Opp    | Opp    | ha      | Oppervlakte waterlichaam                                   |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | Br     | Br     | m       | Breedte locatie                                            |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | Di     | Di     | dm      | Waterdiepte locatie                                        |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | Sli    | Sli    | dm      | Slibdikte locatie op 1 m uit oever                         |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | Gr     | Gro    |         | Grondsoort                                                 | B = beton, K = klei, V = veen, Z = zand                                                                                                                                                                                                                |
|                 | Tal    | Talud  |         | Helling talud                                              | F = flauw, P = plasberm, S = steil                                                                                                                                                                                                                     |
|                 | Oe     | Oev    |         | Overwegende aard oever                                     | A = aarde, B = beschoeid, N = natuurvriendelijk                                                                                                                                                                                                        |
|                 | P      | KWP    |         | Aantal voor vis passeerbare kunstwerken                    |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | K      | KWT    |         | Totaal aantal kunstwerken                                  |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Hydrologie      | Flu    | Flu    | dm      | Fluctuatie waterstand                                      |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | Inl    | Inl    |         | Beïnvloeding door inlaatwater                              | 0 = geen, 1 = weinig, 2 = matig, 3 = veel                                                                                                                                                                                                              |
|                 | Her    | Her    |         | Herkomst inlaatwater                                       | G = geen inlaat, R = Rijn, L = Lek, M = Maas, W = Maas (60%) en Waal (40%)                                                                                                                                                                             |
|                 | AfR    | AfR    | km      | Afstand tot rivier (Rijn, Lek, Waal, Merwede, Maas, Linge) |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Omgeving        | Sc     | Sch    |         | Beschaduwing                                               | 1 = licht, 2 = licht-matig, 3 = matig, 4 = matig sterk, 5 = bijna geheel                                                                                                                                                                               |
|                 | Be     | Begr   |         | Begroeiing oever                                           | 1 = onbegroeid, 2 = kruiden, 3 = kruiden en bomen                                                                                                                                                                                                      |
|                 | Om     | Omg    |         | Omgevend landgebruik                                       | Akk = akkerbouw, Boo = boomkwekerij, Bos = bos, Grs = gras, Mai = mais, Nat = Natuur, Ove = overig                                                                                                                                                     |
| Landschap       | st     | %st    | %       | Oppervlakte stedelijk gebied in stroomgebied               |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | gs     | %gs    | %       | Oppervlakte grasland in stroomgebied                       |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | ma     | %ma    | %       | Oppervlakte mais in stroomgebied                           |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | gn     | %gn    | %       | Oppervlakte granen in stroomgebied                         |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | aa     | %aa    | %       | Oppervlakte aardappelen in stroomgebied                    |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | bi     | %bi    | %       | Oppervlakte bieten in stroomgebied                         |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | ov     | %ov    | %       | Oppervlakte overige gewassen in stroomgebied               |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | bo     | %bo    | %       | Oppervlakte boomgaard in stroomgebied                      |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | lo     | %lo    | %       | Oppervlakte loofbos in stroomgebied                        |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | na     | %na    | %       | Oppervlakte naaldbos in stroomgebied                       |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Onderhoud       | Sh     | Sco    |         | Tijdstip schoning                                          | 1 = onlangs (op veel locaties niet bekend)                                                                                                                                                                                                             |
|                 | OR     | OR     |         | Onderhoudsregio                                            | AB = Alm en Biesbosch, AW = Alblasterwaard, BO = Bommelerwaard, LL = Lek en Linge, MW = Maas en Waal, NB = Nederbetuwe, OV = Overbetuwe, RN = Rijk van Nijmegen, TI = Tiel.                                                                            |
|                 | M      | OnM    |         | (Combinatie van) onderhoudsmethode(n)                      | A = maaikorf en afvoeren (droge en natte oever), K = klepelen en niet afvoeren (droge oever), M = maaikorf en niet afvoeren (droge en natte oever), N = natuurvriendelijk, maaien en afvoeren, V = varen en niet afvoeren (nat profiel en natte oever) |
|                 | F      | OnF    | aantal  | Onderhoudsfrequentie (beurten per jaar)                    |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 | V      | OpV    |         | Onderhoudsperiode voorjaar                                 | 1 = van toepassing                                                                                                                                                                                                                                     |
|                 | Z      | OpZ    |         | Onderhoudsperiode zomer                                    | 2 = van toepassing                                                                                                                                                                                                                                     |
|                 | N      | OpN    |         | Onderhoudsperiode nazomer                                  | 3 = van toepassing                                                                                                                                                                                                                                     |
|                 | H      | OpH    |         | Onderhoudsperiode herfst                                   | 4 = van toepassing                                                                                                                                                                                                                                     |
|                 | J      | OpJ    |         | Onderhoudsperiode voorjaar en zomer                        | 5 = van toepassing                                                                                                                                                                                                                                     |

# Bijlagen

| Nr<br>locatie | Hydromorfologie |     |     |      |     |     |     |    |   |    | Hydrologie |     |     |     | Omgeving |    |     | Landschap |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Onderhoud |    |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|-----------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|----|---|----|------------|-----|-----|-----|----------|----|-----|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
|               | L               | Opp | Br  | Di   | Sli | Gr  | Tal | Oe | P | K  | Flu        | Her | Inl | AfR | Sc       | Be | Om  | st        | gs | ma | gn | aa | bi | ov | bo | lo | na | Sh        | OR | M | F | V | Z | N | H | J |   |
| 01_01         | 8,1             | 35  | 25  | 15,0 | 2,0 | V   | S   | B  | 0 | 0  | 4          | L   | 2   | 3,1 |          |    | Ove | 10        | 75 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -         | AW |   |   |   |   |   | 1 |   | 1 |
| 02_01         | 10,9            | 16  | 65  | 9,5  | 1,0 | K   | S   | A  | 0 | 2  | 0          | M   | 0   | 3,2 | 2        | 2  | Ove | 7         | 28 | 8  | 16 | 8  | 6  | 14 | -  | -  | -  | AB        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 02_02         | 10,9            | 16  | 11  | 6,0  | 0,1 | K   | S   | A  | 0 | 2  | 0          | M   | 0   | 5,1 |          |    | Akk | 7         | 28 | 8  | 16 | 8  | 6  | 14 | -  | -  | -  | 1 AB      | V  | 5 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 02_03         | 10,9            | 16  | 11  | 4,0  | 2,5 | K   | P   | N  | 0 | 2  | 0          | M   | 0   | 3,7 | 2        | 2  | Grs | 7         | 28 | 8  | 16 | 8  | 6  | 14 | -  | -  | -  | 1 AB      | V  | 5 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 02_04         | 10,9            | 16  | 12  | 2,0  | 0,1 | K   | P   | N  | 0 | 2  | 0          | M   | 0   | 5,0 | 2        | 2  | Akk | 7         | 28 | 8  | 16 | 8  | 6  | 14 | -  | -  | -  | 1 AB      | V  | 5 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 02_05         | 10,9            | 16  | 12  | 7,0  | 0,1 | K   | S   | A  | 0 | 2  | 0          | M   | 0   | 3,2 |          |    | Mai | 7         | 28 | 8  | 16 | 8  | 6  | 14 | -  | -  | -  | 1 AB      | V  | 5 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 02_06         | 10,9            | 16  | 8   | 3,0  | 0,5 | K   | F   | A  | 0 | 2  | 0          | M   | 0   | 1,3 |          |    | Bos | 7         | 28 | 8  | 16 | 8  | 6  | 14 | -  | -  | -  | 1 AB      | V  | 5 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 03_01         | 6,5             | 5   | 1   | 1,5  | 0,0 | Z   | S   | A  | 1 | 3  | 0          | G   | 0   | 4,5 | 2        | 2  | Ove | 23        | 23 | 7  | 4  | 1  | 2  | 2  | 1  | 10 | 9  | RN        | MK | 2 | 1 |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 03_02         | 6,5             | 5   | 1,5 | 2,0  | 0,2 | Z/B | S   | A  | 1 | 3  | 0          | G   | 0   | 4,7 | 2        | 2  | Grs | 23        | 23 | 7  | 4  | 1  | 2  | 2  | 1  | 10 | 9  | RN        | MK | 2 | 1 |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 04_01         | 40,6            | 185 | 62  | 10,0 | 2,0 | K   | S   | N  | 0 | 1  | 0          | R   | 0   | 0,0 | 2        | 2  | Bos | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 04_02         | 40,6            | 185 | 60  | 17,0 | 1,5 | K   | S   | B  | 0 | 1  | 0          | R   | 0   | 0,0 | 1        | 1  | Nat | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 04_03         | 40,6            | 185 | 35  | 20,0 | 0,5 | K   | S   | B  | 0 | 1  | 0          | R   | 0   | 0,0 |          |    | Mai | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 04_04         | 40,6            | 185 | 60  | 30,0 | 4,0 | K   | S   | B  | 0 | 1  | 0          | R   | 0   | 0,0 | 1        | 1  | Ove | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 04_05         | 40,6            | 185 | 50  | 40,0 |     | K   | S   | B  | 0 | 1  | 0          | R   | 3   | 0,0 |          |    | Ove | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 04_06         | 40,6            | 185 | 50  | >30  |     | K   | S   | B  | 0 | 1  | 0          | R   | 0   | 0,0 | 2        | 1  | Ove | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 04_07         | 40,6            | 185 | 40  | 25,0 | 5,0 | K   | S   | B  | 0 | 1  | 0          | R   | 0   | 0,0 |          |    | Ove | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 04_08         | 40,6            | 185 | 80  | 30,0 | 4,0 | K   | S   | B  | 0 | 1  | 0          | R   | 0   | 0,0 | 2        | 3  | Ove | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 05_01         | 18,6            | 39  | 17  | 9,0  | 4,0 | V   | S   | B  | 0 | 1  | 8          | L   | 0   | 1,3 | 2        | 2  | Ove | 10        | 75 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | AW        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 05_02         | 18,6            | 39  | 40  | 12,0 | 2,0 | V   | S   | B  | 0 | 1  | 8          | L   | 0   | 3,4 | 2        | 1  | Ove | 10        | 75 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | AW        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 05_03         | 18,6            | 39  | 25  | 7,5  | 2,0 | V   | S   | A  | 0 | 1  | 8          | L   | 0   | 4,4 | 2        | 2  | Grs | 10        | 75 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | AW        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 05_04         | 18,6            | 39  | 45  | 10,0 | 2,0 | V   | F   | B  | 0 | 1  | 4          | L   | 2   | 2,4 |          |    | Grs | 10        | 75 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | AW        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 05_05         | 18,6            | 39  | 50  | 25,0 | 1,0 | V   | S   | B  | 0 | 1  | 8          | L   | 0   | 2,3 |          |    | Grs | 10        | 75 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | AW        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 05_06         | 18,6            | 39  | 30  | 9,5  | 1,5 | V   | S   | A  | 0 | 1  | 8          | L   | 0   | 4,6 |          |    | Grs | 10        | 75 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | AW        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 05_07         | 18,6            | 39  | 16  | 6,5  | 1,0 | V   | S   | A  | 0 | 1  | 8          | L   | 0   | 3,6 |          |    | Grs | 10        | 75 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | AW        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 06_01         | 6,8             | 61  | 50  | 7,0  | 1,0 | V   | S   | A  | 0 | 0  | 13         | L   | 3   | 0,5 | 2        | 2  | Grs | 10        | 75 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | AW        |    |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 07_01         | 33,1            | 51  | 7   | 4,0  | 0,0 | Z   | S   | A  | 0 | 10 | 2          | W   | 2   | 1,8 | 4        | 2  | Ove | 13        | 44 | 9  | 5  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 1  | MW        | MK | 3 | 1 |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 07_02         | 33,1            | 51  | 40  | 12,0 | 0,5 | K   | S   | A  | 0 | 10 | 3          | W   | 0   | 3,0 |          |    | Bos | 13        | 44 | 9  | 5  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 1  | MW        | V  |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 07_03         | 33,1            | 51  | 25  | 7,0  | 0,5 | K   | S   | A  | 0 | 10 | 2          | W   | 0   | 0,7 | 2        | 2  | Ove | 13        | 44 | 9  | 5  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 1  | MW        | V  |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 08_01         | 29,2            | 29  | 8   | 5,0  | 1,0 | K   | S   | A  | 0 | 12 | 2          | M   | 2   | 2,7 | 2        | 2  | Mai | 10        | 52 | 7  | 2  | 1  | 1  | 3  | 5  | -  | -  | BO        | V  | 2 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 08_02         | 29,2            | 29  | 20  | 6,0  | 0,1 | K   | S   | A  | 0 | 12 | 2          | M   | 1   | 2,5 | 2        | 2  | Grs | 10        | 52 | 7  | 2  | 1  | 1  | 3  | 5  | -  | -  | BO        | V  | 3 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 08_03         | 29,2            | 29  | 8   | 5,5  | 0,2 | K   | S   | A  | 0 | 12 | 2          | M   | 2   | 3,3 | 2        | 2  | Grs | 10        | 52 | 7  | 2  | 1  | 1  | 3  | 5  | -  | -  | BO        | KV | 2 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 09_01         | 17,1            | 21  | 5   | 6,5  | 0,5 | K   | S   | A  | 0 | 7  | 2          | M   | 2   | 2,5 | 2        | 2  | Grs | 10        | 52 | 7  | 2  | 1  | 1  | 3  | 5  | -  | -  | BO        | MK | 2 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 09_02         | 17,1            | 21  | 15  | 6,5  | 1,0 | K   | S   | A  | 0 | 7  | 2          | M   | 3   | 2,0 | 2        | 2  | Grs | 10        | 52 | 7  | 2  | 1  | 1  | 3  | 5  | -  | -  | BO        | V  | 2 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 09_03         | 17,1            | 21  | 15  | 4,5  | 0,5 | K   | S   | A  | 0 | 7  | 2          | M   | 2   | 2,8 | 1        | 2  | Ove | 10        | 52 | 7  | 2  | 1  | 1  | 3  | 5  | -  | -  | BO        | V  | 2 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 09_04         | 17,1            | 21  | 22  | 5,0  | 0,2 | K   | F   | N  | 0 | 7  | 2          | M   | 3   | 2,2 | 2        | 2  | Bos | 10        | 52 | 7  | 2  | 1  | 1  | 3  | 5  | -  | -  | BO        | V  | 2 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 10_01         | 81,5            | 119 | 9   | 10,0 | 1,0 | K   | S   | A  | 0 | 20 | 3          | M   | 0   | 3,5 | 4        | 2  | Grs | 7         | 28 | 8  | 16 | 8  | 6  | 14 | -  | -  | -  | 1 AB      | V  | 5 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 10_02         | 81,5            | 119 | 15  | 8,0  | 0,2 | Z   | S   | B  | 0 | 20 | 3          | M   | 0   | 3,4 | 2        | 2  | Grs | 7         | 28 | 8  | 16 | 8  | 6  | 14 | -  | -  | -  | 1 AB      | V  | 5 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 10_03         | 81,5            | 119 | 30  | 10,0 | 0,2 | K   | S   | A  | 0 | 20 | 3          | M   | 0   | 1,9 | 2        | 2  | Akk | 7         | 28 | 8  | 16 | 8  | 6  | 14 | -  | -  | -  | AB        | M  | 1 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 11_01         | 36,3            | 47  | 18  | 5,5  | 0,1 | K   | S   | A  | 0 | 7  | 2          | R   | 0   | 1,6 | 2        | 1  | Grs | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        | V  | 2 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 11_02         | 36,3            | 47  | 12  | 5,5  | 0,2 | K   | S   | A  | 0 | 7  | 2          | R   | 0   | 2,5 | 1        | 2  | Grs | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        | V  | 2 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 11_03         | 36,3            | 47  | 12  | 4,5  | 0,5 | K   | S   | A  | 0 | 7  | 2          | R   | 0   | 3,6 |          |    | Grs | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        | V  | 2 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 11_04         | 36,3            | 47  | 12  | 5,5  | 0,2 | K   | S   | A  | 0 | 7  | 2          | R   | 0   | 1,6 | 1        | 2  | Grs | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        | V  | 2 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 11_05         | 36,3            | 47  | 5   | 5,5  | 0,1 | K   | S   | A  | 0 | 7  | 2          | R   | 0   | 3,2 |          |    | Grs | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        | V  | 2 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| 11_06         | 36,3            | 47  | 25  | 6,0  | 0,1 | K   | S   | A  | 0 | 7  | 3          | R   | 0   | 0,3 | 2        | 1  | Bos | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        | V  | 2 |   |   |   | 1 |   |   |   |

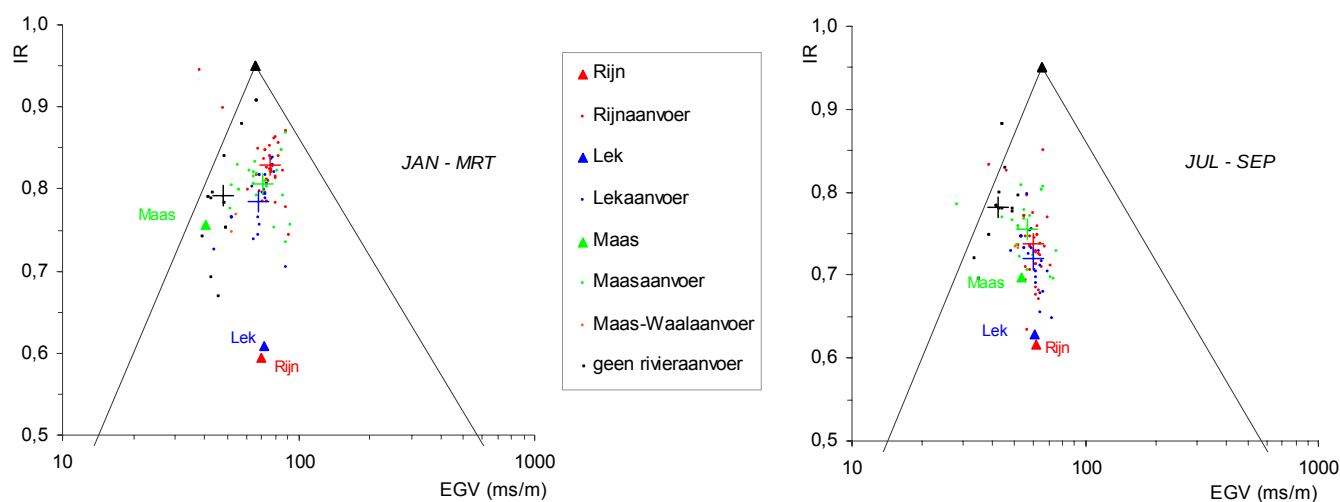
## Pilot stuurvariabelen waterkwaliteit en ecologie

| Nr<br>locatie | Hydromorfologie |     |     |      |     |     |     |    |   |    | Hydrologie |     |     |     | Omgeving |    |     | Landschap |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Onderhoud |    |   |   |   |   |   |   |   |  |
|---------------|-----------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|----|---|----|------------|-----|-----|-----|----------|----|-----|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|----|---|---|---|---|---|---|---|--|
|               | L               | Opp | Br  | Di   | Sli | Gr  | Tal | Oe | P | K  | Flu        | Her | Inl | AfR | Sc       | Be | Om  | st        | gs | ma | gn | aa | bi | ov | bo | lo | na | Sh        | OR | M | F | V | Z | N | H | J |  |
| 17_03         | 27,6            | 51  | 25  | 4,0  | 0,0 | K   | S   | A  | 2 | 10 | 2          | R   | 2   | 2,0 | 2        | 2  | Boo | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | NB        | V  |   | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |  |
| 17_04         | 27,6            | 51  | 30  | 8,0  | 0,0 | K   | S   | A  | 2 | 10 | 2          | R   | 2   | 1,8 | 2        | 2  | Grs | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | NB        | V  |   | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |  |
| 18_01         | 80,5            | 122 | 28  | 4,0  | 0,5 | Z   | S   | A  | 0 | 25 | 2          | R   | 0   | 3,0 | 2        | 2  | Grs | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | OV        | V  |   | 1 | 1 | 1 |   |   |   |  |
| 18_02         | 80,5            | 122 | 20  | 6,0  | 0,3 | Z   | S   | N  | 0 | 25 | 3          | R   | 3   | 1,8 | 2        | 2  | Grs | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | OV        | V  |   | 1 | 1 | 1 |   |   |   |  |
| 18_03         | 80,5            | 122 | 11  | 7,0  | 1,5 | K   | S   | A  | 0 | 25 |            | R   | 0   | 2,2 |          |    | Grs | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | OV        | V  |   | 1 | 1 | 1 |   |   |   |  |
| 18_04         | 80,5            | 122 | 10  | 5,0  | 0,1 | K   | S   | A  | 0 | 25 |            | R   | 0   | 2,8 | 2        | 2  | Ove | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | OV        |    |   |   |   |   | 1 | 1 | 1 |  |
| 18_05         | 80,5            | 122 | 10  | 3,0  | 7,0 | K   | S   | A  | 0 | 25 |            | R   | 0   | 4,0 | 2        | 2  | Grs | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | OV        | M  | 2 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |  |
| 18_06         | 80,5            | 122 | 40  | 4,0  | 0,2 | K   | S   | A  | 0 | 25 | 2          | R   | 3   | 0,8 | 2        | 2  | Grs | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | OV        | N  |   |   |   |   | 1 | 1 | 1 |  |
| 18_07         | 80,5            | 122 | 12  | 5,5  | 0,1 | K   | S   | N  | 0 | 25 |            | R   | 1   | 4,1 | 1        | 2  | Grs | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | OV        |    |   |   |   |   | 1 | 1 | 1 |  |
| 18_08         | 80,5            | 122 | 10  | 6,0  | 0,5 | K   | S   | A  | 0 | 25 |            | R   | 0   | 3,4 | 1        | 2  | Ove | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | OV        |    |   |   |   |   | 1 | 1 | 1 |  |
| 18_09         | 80,5            | 122 | 10  | 5,5  | 0,1 | Z   | S   | A  | 0 | 25 |            | R   | 1   | 2,0 | 2        | 2  | Akk | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | OV        | A  |   |   |   |   | 1 | 1 | 1 |  |
| 18_10         | 80,5            | 122 | 12  | 5,0  | 1,5 | K   | S   | A  | 0 | 25 |            | R   | 0   | 2,1 | 1        | 2  | Grs | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | OV        | V  |   |   |   |   | 1 | 1 | 1 |  |
| 18_11         | 80,5            | 122 | 20  | 5,5  | 1,0 | K   | S   | A  | 0 | 25 | 2          | R   | 1   | 4,0 | 3        | 3  | Akk | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | OV        | V  |   |   |   |   | 1 | 1 | 1 |  |
| 18_12         | 80,5            | 122 | 25  | 3,5  | 0,5 | K   | F   | A  | 0 | 25 |            | R   | 0   | 1,3 | 1        | 2  | Ove | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | OV        | V  |   |   |   |   | 1 | 1 | 1 |  |
| 18_13         | 80,5            | 122 | 4   | 6,5  | 2,0 | K   | S   | B  | 0 | 25 |            | R   | 1   | 1,5 | 4        | 2  | Akk | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | OV        | M  | 2 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |  |
| 19_01         | 31,8            | 98  | 75  | 5,0  |     | K   | P   | N  | 0 | 0  | 0          | L   | 3   | 0,0 |          |    | Grs | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | AW        |    |   |   |   |   | 1 | 1 |   |  |
| 19_02         | 31,8            | 98  | 35  | 12,5 | 0,1 | K   | S   | B  | 0 | 0  | 0          | L   | 3   | 0,0 | 2        | 2  | Ove | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | AW        |    |   |   |   |   | 1 | 1 |   |  |
| 19_03         | 31,8            | 98  | 80  | 4,0  |     | K   |     |    | 0 | 0  | 0          | L   | 3   | 0,0 |          |    | Grs | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | AW        |    |   |   |   |   | 1 | 1 |   |  |
| 19_04         | 31,8            | 98  | 45  | 20,0 |     | V   | S   | B  | 0 | 0  | 0          | L   | 3   | 0,0 |          |    | Ove | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | AW        |    |   |   |   |   | 1 | 1 |   |  |
| 19_05         | 31,8            | 98  | 45  | 17,0 | 0,0 | K   | S   | B  | 0 | 0  | 0          | L   | 3   | 0,0 | 2        | 2  | Ove | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | AW        |    |   |   |   |   | 1 | 1 |   |  |
| 19_06         | 31,8            | 98  | 30  | 18,0 | 0,0 | K   | S   | B  | 0 | 0  | 0          | L   | 3   | 0,0 |          |    | Grs | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | AW        |    |   |   |   |   | 1 | 1 |   |  |
| 20_01         | 6,0             | 12  | 20  | 3,0  | 0,5 | K   | S   | A  | 3 | 3  | 2          | R   | 3   | 2,1 | 2        | 2  | Boo | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | NB        | V  |   |   |   | 1 | 1 | 1 | 1 |  |
| 20_02         | 6,0             | 12  | 10  | 6,0  | 0,5 | K   | F   | A  | 3 | 3  | 2          | R   | 3   | 1,9 | 2        | 3  | Grs | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | NB        | V  |   |   |   | 1 | 1 | 1 | 1 |  |
| 21_01         | 2,6             | 3   | 7   | 4,5  | 1,0 | K   | S   | A  | 0 | 1  | 3          | W   | 0   | 2,5 |          |    | Grs | 13        | 44 | 9  | 5  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 1  | MW        | MK | 2 |   | 1 | 1 | 1 | 1 |   |  |
| 22_01         | 4,3             | 5   | 18  | 8,0  | 0,5 | K   | P   | A  | 0 | 2  | 2          | M   | 0   | 0,9 | 2        | 2  | Grs | 10        | 52 | 7  | 2  | 1  | 1  | 3  | 5  | -  | -  | BO        | MK | 2 |   | 1 |   | 1 | 1 |   |  |
| 22_02         | 4,3             | 5   | 6   | 6,0  | 0,2 | K   | S   | A  | 0 | 2  | 2          | M   | 0   | 1,7 | 2        | 2  | Grs | 10        | 52 | 7  | 2  | 1  | 1  | 3  | 5  | -  | -  | BO        | MK | 2 |   | 1 |   | 1 | 1 |   |  |
| 23_01         | 22,6            | 32  | 6   | 5,0  | 1,0 | K   | S   | A  | 0 | 4  | 0          | G   | 0   | 1,7 | 2        | 2  | Mai | 13        | 44 | 9  | 5  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 1  | MW        | MK | 3 |   | 1 | 1 | 1 | 1 |   |  |
| 23_02         | 22,6            | 32  | 4   | 3,0  | 0,5 | K   | S   | A  | 0 | 4  | 0          | G   | 0   | 1,4 | 2        | 2  | Akk | 13        | 44 | 9  | 5  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 1  | MW        | MK | 3 |   | 1 | 1 | 1 | 1 |   |  |
| 23_03         | 22,6            | 32  | 1,3 | 2,0  | 0,5 | Z/K | S   | N  | 0 | 4  | 0          | G   | 0   | 0,8 | 1        | 2  | Grs | 13        | 44 | 9  | 5  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 1  | MW        | MK | 3 |   | 1 | 1 | 1 | 1 |   |  |
| 23_04         | 22,6            | 32  | 1   | 0,8  | 0,5 | K   | S   | A  | 0 | 4  | 0          | G   | 0   | 3,0 |          |    | Grs | 13        | 44 | 9  | 5  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 1  | MW        | MK | 2 |   | 1 | 1 | 1 | 1 |   |  |
| 23_05         | 22,6            | 32  | 12  | 4,0  | 0,3 | K   | S   | A  | 0 | 4  | 0          | G   | 0   | 3,0 |          |    | Grs | 13        | 44 | 9  | 5  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 1  | MW        | MK | 2 |   | 1 | 1 | 1 | 1 |   |  |
| 23_06         | 22,6            | 32  | 12  | 10,0 | 0,0 | K   | F   | A  | 0 | 4  | 0          | G   | 0   | 1,4 | 1        | 2  | Grs | 13        | 44 | 9  | 5  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 1  | MW        | KV | 3 |   | 1 | 1 | 1 | 1 |   |  |
| 23_07         | 22,6            | 32  | 35  | 4,0  |     | K   | S   |    | 0 | 4  | 0          | G   | 0   | 1,0 | 1        | 2  | Grs | 13        | 44 | 9  | 5  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 1  | MW        | MK | 3 |   | 1 | 1 | 1 | 1 |   |  |
| 23_08         | 22,6            | 32  | 7   | 5,0  | 0,0 | Z   | F   | A  | 0 | 4  | 0          | G   | 0   | 2,0 | 1        | 2  | Grs | 13        | 44 | 9  | 5  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 1  | MW        |    |   |   |   | 1 | 1 | 1 | 1 |  |
| 23_09         | 22,6            | 32  | 1,5 | 4,5  | 0,8 | K   | S   | A  | 0 | 4  | 0          | G   | 0   | 1,4 | 2        | 2  | Mai | 13        | 44 | 9  | 5  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 1  | MW        | MK | 3 |   | 1 | 1 | 1 | 1 |   |  |
| 23_10         | 22,6            | 32  | 1,2 | 3,5  | 0,2 | Z   | S   | A  | 0 | 4  | 0          | G   | 0   | 2,3 | 1        | 2  | Grs | 13        | 44 | 9  | 5  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 1  | MW        | MK | 2 |   | 1 | 1 | 1 | 1 |   |  |
| 23_11         | 22,6            | 32  | 6   | 4,0  | 0,5 | K   | S   | A  | 0 | 4  | 0          | G   | 0   | 2,6 | 1        | 2  | Nat | 13        | 44 | 9  | 5  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 1  | MW        |    |   |   |   | 1 | 1 | 1 | 1 |  |
| 24_01         | 10,9            | 13  | 18  | 3,0  | 0,2 | K   | S   | A  | 0 | 1  | 0          | R   | 1   | 0,6 |          |    | Boo | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        | V  | 2 |   | 1 |   | 1 | 1 |   |  |
| 24_02         | 10,9            | 13  | 6   | 5,5  | 0,5 | K   | S   | A  | 0 | 1  | 2          | R   | 1   | 1,9 | 2        | 2  | Grs | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        | M  | 2 |   | 1 |   | 1 | 1 |   |  |
| 24_03         | 10,9            | 13  | 4   | 3,5  | 0,5 | K   | S   | A  | 0 | 1  | 2          | R   | 1   | 2,8 | 2        | 2  | Grs | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        | M  | 2 |   | 1 |   | 1 | 1 |   |  |
| 24_04         | 10,9            | 13  | 20  | 6,0  | 0,8 | K   | S   | B  | 0 | 1  | 0          | R   | 1   | 1,6 |          |    | Mai | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        | V  | 2 |   | 1 |   | 1 | 1 |   |  |
| 24_05         | 10,9            | 13  | 15  | 4,5  | 0,2 | K   | S   | A  | 0 | 1  | 2          | R   | 0   | 1,2 | 1        | 2  | Grs | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        | V  | 2 |   | 1 |   | 1 | 1 |   |  |
| 24_06         | 10,9            | 13  | 8   | 4,5  | 0,2 | K   | S   | A  | 0 | 1  | 2          | R   | 1   | 0,4 | 2        | 2  | Mai | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | LL        | V  | 2 |   | 1 |   | 1 | 1 |   |  |
| 25_01         | 25,3            | 28  | 15  | 9,0  | 0,5 | K   | S   | B  | 0 | 10 | 0          | R   | 1   | 2,6 | 2        | 1  | Ove | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | NB        | V  | 2 |   | 1 | 1 | 1 | 1 |   |  |
| 25_02         | 25,3            | 28  | 20  | 4,0  | 0,5 | K   | S   | A  | 0 | 10 | 2          | R   | 1   | 1,9 | 2        | 2  | Grs | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | NB        | V  |   |   |   | 1 | 1 | 1 | 1 |  |
| 25_03         | 25,3            | 28  | 12  | 4,0  | 0,2 | K   | S   | A  | 0 | 10 | 2          | R   | 3   | 2,4 | 2        | 2  | Grs | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | NB        | V  |   |   |   | 1 | 1 | 1 | 1 |  |
| 25_04         | 25,3            | 28  | 8   | 4,5  | 0,3 | K   | S   | A  | 0 | 10 | 2          | R   | 0   | 1,9 |          |    | Ove | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | NB        |    |   |   |   | 1 | 1 | 1 | 1 |  |
| 26_01         | 8,8             | 16  | 15  | 8,0  | 0,5 | K   | S   | A  | 0 | 0  | 2          | R   | 0   | 2,8 | 2        | 3  | Boo | 10        | 39 | 5  | 8  | 1  | 2  | 6  | 11 | -  | -  | OV        | V  |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |  |
| 27_01         | 9,8             | 37  | 6   | 3,5  | 0,2 | K   | S   | N  | 0 | 4  | 2          | R   | 0   | 2,5 | 2        | 2  | Akk | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | TI        | M  | 2 |   | 1 |   | 1 | 1 |   |  |
| 27_02         | 9,8             | 37  | 11  | 10,0 | 2,0 | K   | S   | A  | 0 | 4  | 4          | R   | 0   | 3,9 | 2        | 2  | Akk | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | TI        | V  | 3 |   | 1 |   | 1 | 1 |   |  |
| 27_03         | 9,8             | 37  | 8   | 5,5  | 0,5 | K   | F   | A  | 0 | 4  | 2          | R   | 0   | 2,8 | 2        | 2  | Boo | 8         | 56 | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 9  | -  | -  | TI        | M  | 2 |   | 1 |   | 1 | 1 |   |  |
| 28_01         | 21,4            | 68  | 45  | 5,0  | 0,5 | K   | S   | A  | 0 | 6  | 4          | L   | 3   | 0,5 | 2        | 3  | Ove | 10        | 75 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | AW        |    |   |   |   | 1 | 1 |   |   |  |
| 28_02         | 21,4            | 68  | 20  | 5,5  | 1,0 | V   | S   | B  | 0 | 6  | 4          | L   | 1   | 5,1 | 2        | 2  | Ove | 10        | 75 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | AW        |    |   |   |   | 1 | 1 |   |   |  |
| 28_03         | 21,4            | 68  | 10  | 6,0  | 0,5 | V   | S   | A  | 0 | 6  |            |     |     |     |          |    |     |           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |           |    |   |   |   |   |   |   |   |  |



## Bijlage 3.2 EGV-IR diagrammen

EGV-IR diagrammen van de gemiddelde samenstelling van het oppervlaktewater in winter en zomer over de periode 2006-2008. De samenstelling van het rivierwater is met driehoekjes en dat van de afzonderlijke locaties is met puntjes aangegeven. De kruisjes stellen de gemiddelden van de locaties met aanvoer van de gelijk gekleurde rivier voor. Er zijn slechts twee locaties met aanvoer van zowel Maas- als Waalwater.





**Bijlage 5.1.****Jaargemiddelden fysische en chemische metingen**

Voor elke locatie zijn voor de vermelde variabelen de gemiddelden vermeld van de bemonsteringsjaren uit Bijlage 2.1.

**Legenda**

|      |                              |        |
|------|------------------------------|--------|
| Loc  | Locatie                      | -      |
| Diep | Diepte                       | m      |
| T    | Temperatuur                  | oC     |
| Chl  | Chlorofyl-a                  | µg/l   |
| DZ   | Doorzicht                    | m      |
| Klr  | Kleur                        | -      |
| ZS   | Zwevende stof                | mg/l   |
| pH   | pH                           | -      |
| NH4  | Ammonium (N)                 | mg N/l |
| NO3  | Nitraat (N)                  | mg N/l |
| NO2  | Nitriet (N)                  | mg N/l |
| kN   | Kjeldahl stikstof            | mg N/l |
| tN   | Totaal stikstof              | mg N/l |
| oP   | Orthofosfaat (P)             | mg P/l |
| tP   | Totaal fosfaat (P)           | mg P/l |
| N/P  | N/P                          | -      |
| BZV5 | Bioch. zuurstofverbr. (5 dg) | mg/l   |
| TOC  | Totaal organisch koolstof    | mg/l   |
| O2   | Zuurstof                     | mg/l   |
| ZVP  | Zuurstofverzadiging          | %      |
| EGV  | Elektrisch gel. vermogen     | mS/m   |
| IR   | IR                           | -      |
| HCO3 | Bicarbonaat                  | mmol/l |
| CO3  | Carbonaat                    | mmol/l |
| Cl   | Chloride                     | mg/l   |
| SO4  | Sulfaat                      | mg/l   |
| Na   | Natrium                      | mg/l   |
| K    | Kalium                       | mg/l   |
| Ca   | Calcium                      | mg/l   |
| Mg   | Magnesium                    | mg/l   |
| Fe   | IJzer                        | mg/l   |
| Cr   | Chroom                       | µg/l   |
| Ni   | Nikkel                       | µg/l   |
| Cu   | Koper                        | µg/l   |
| Zn   | Zink                         | µg/l   |
| Pb   | Lood                         | µg/l   |
| Cd   | Cadmium                      | µg/l   |



# Pilot stuurvariabelen waterkwaliteit en ecologie

| Loc   | Diep | T    | Chl  | DZ   | Klr  | ZS   | pH  | NH4  | NO3  | NO2   | kN  | tN  | oP   | tP   | N/P | BZV5 | TOC  | O2   | ZVP | EGV | IR   | HCO3 | CO3  | Cl | SO4 | Na | K  | Ca  | Mg | Fe  | Cr  | Ni  | Cu  | Zn   | Pb  | Cd   |
|-------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-------|-----|-----|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|------|----|-----|----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|
| 01_01 | 1,73 | 13,8 | 31,5 | 0,60 | 0,79 | 11,7 | 7,2 | 1,00 | 0,74 | 0,050 | 3,5 | 4,2 | 0,06 | 0,25 | 41  | 4,1  | 30,3 | 6,1  | 57  | 70  | 0,69 | 3,6  | 0,05 | 68 | 63  | 39 | 8  | 85  | 12 | 1,5 | 0,6 | 4,2 | 2,4 | 4,9  | 1,0 | 0,02 |
| 02_01 | 0,24 | 12,5 | 16,1 | 0,28 | 0,38 | 9,2  | 7,8 | 0,16 | 0,48 | 0,020 | 1,3 | 1,8 | 0,03 | 0,08 | 83  | 3,1  | 11,9 | 8,8  | 80  | 77  | 0,72 | 4,4  | 0,06 | 72 | 44  | 42 | 3  | 103 | 10 | 0,5 | 0,9 | 3,2 | 1,1 | 3,6  | 0,7 | 0,01 |
| 03_01 | 0,14 | 11,3 | 3,0  | 0,20 | 0,69 | 13,3 | 7,4 | 0,04 | 4,05 | 0,019 | 0,7 | 4,8 | 0,03 | 0,03 | 379 | 1,0  | 4,3  | 9,2  | 85  | 50  | 0,78 | 2,1  | 0,05 | 30 | 67  | 22 | 4  | 59  | 9  |     |     |     |     |      |     |      |
| 03_02 | 0,24 | 11,0 | 3,3  | 0,35 | 0,78 | 7,8  | 7,8 | 0,03 | 3,71 | 0,018 | 0,6 | 4,4 | 0,03 | 0,03 | 363 | 0,9  | 4,1  | 10,1 | 93  | 50  | 0,78 | 2,1  | 0,05 | 30 | 67  | 21 | 4  | 59  | 9  |     |     |     |     |      |     |      |
| 04_01 | 2,26 | 11,3 | 8,0  | 0,63 | 0,42 | 15,5 | 7,7 | 0,31 | 1,61 | 0,038 | 1,2 | 2,8 | 0,05 | 0,15 | 45  | 1,7  | 5,5  | 9,6  | 86  | 67  | 0,78 | 4,3  | 0,05 | 50 | 48  | 32 | 4  | 94  | 12 | 0,9 | 0,7 | 2,5 | 3,0 | 8,2  | 0,7 | 0,03 |
| 04_06 | 2,34 | 12,1 | 11,6 | 0,45 | 0,43 | 13,5 | 7,8 | 0,29 | 1,60 | 0,042 | 1,1 | 2,8 | 0,04 | 0,15 | 45  | 2,0  | 6,1  | 9,6  | 88  | 70  | 0,77 | 4,4  | 0,06 | 49 | 47  | 32 | 4  | 93  | 12 | 0,7 | 0,5 | 2,7 | 2,6 | 4,8  | 0,8 | 0,04 |
| 04_08 | 2,20 | 12,6 | 10,9 | 0,60 | 0,39 | 13,8 | 7,7 | 0,27 | 1,60 | 0,042 | 1,1 | 2,8 | 0,03 | 0,12 | 58  | 2,0  | 6,5  | 8,9  | 83  | 69  | 0,77 | 4,2  | 0,06 | 49 | 46  | 32 | 4  | 90  | 12 | 0,6 | 0,5 | 2,5 | 2,6 | 5,5  | 0,5 | 0,02 |
| 05_01 | 1,08 | 11,6 | 25,7 | 1,24 | 0,92 | 7,9  | 7,8 | 0,16 | 0,88 | 0,018 | 1,0 | 1,9 | 0,03 | 0,09 | 71  | 3,2  | 6,4  | 7,6  | 71  | 65  | 0,69 | 3,1  | 0,05 | 58 | 51  | 41 | 5  | 73  | 10 | 0,2 | 0,5 | 2,5 | 5,4 | 19,6 | 4,1 | 0,04 |
| 05_02 | 1,69 | 13,1 | 21,5 | 0,55 | 0,75 | 12,6 | 7,5 | 0,39 | 0,72 | 0,042 | 2,3 | 3,1 | 0,04 | 0,18 | 44  | 3,0  | 22,6 | 6,6  | 60  | 70  | 0,78 | 3,6  | 0,05 | 46 | 95  | 34 | 7  | 93  | 12 | 1,3 | 0,6 | 5,6 | 2,7 | 5,9  | 0,8 | 0,03 |
| 05_03 | 2,27 | 12,9 | 25,7 | 0,49 | 0,71 | 15,7 | 7,6 | 0,43 | 0,61 | 0,040 | 2,8 | 3,4 | 0,05 | 0,22 | 43  | 4,0  | 25,4 | 6,5  | 60  | 69  | 0,81 | 3,7  | 0,05 | 41 | 104 | 31 | 7  | 97  | 12 | 1,6 | 0,6 | 6,1 | 2,8 | 6,2  | 0,8 | 0,03 |
| 06_01 | 1,10 | 14,2 | 54,3 | 0,49 | 0,73 | 19,9 | 7,9 | 0,44 | 0,55 | 0,034 | 2,6 | 3,1 | 0,18 | 0,52 | 20  | 4,6  | 19,3 | 8,7  | 84  | 70  | 0,71 | 3,6  | 0,05 | 63 | 62  | 40 | 8  | 83  | 12 | 0,6 | 0,6 | 4,0 | 2,3 | 8,5  | 1,5 | 0,03 |
| 07_01 | 0,87 | 12,2 | 3,3  | 0,78 | 0,61 | 9,4  | 7,6 | 0,14 | 3,14 | 0,043 | 1,0 | 4,2 | 0,03 | 0,08 | 169 | 1,4  | 5,3  | 9,6  | 92  | 52  | 0,74 | 2,4  | 0,06 | 35 | 51  | 28 | 4  | 57  | 8  | 0,6 | 0,6 | 5,7 | 2,8 | 9,8  | 1,1 | 0,11 |
| 07_03 | 2,08 | 13,1 | 14,7 | 0,61 | 0,45 | 15,0 | 7,7 | 0,14 | 1,73 | 0,037 | 1,0 | 2,7 | 0,03 | 0,12 | 51  | 2,1  | 5,4  | 9,9  | 94  | 53  | 0,75 | 2,8  | 0,06 | 39 | 51  | 28 | 5  | 64  | 8  | 0,9 | 0,6 | 3,2 | 2,1 | 6,6  | 0,8 | 0,04 |
| 08_01 | 0,98 | 12,9 | 6,6  | 1,02 | 0,42 | 11,6 | 7,7 | 0,24 | 1,65 | 0,052 | 1,2 | 2,9 | 0,03 | 0,12 | 74  | 2,0  | 5,2  | 8,7  | 81  | 56  | 0,78 | 3,3  | 0,06 | 35 | 46  | 30 | 5  | 71  | 9  | 0,4 | 0,6 | 2,8 | 1,9 | 6,8  | 0,6 | 0,03 |
| 08_02 | 1,37 | 13,5 | 10,9 | 0,51 | 0,47 | 17,3 | 7,7 | 0,20 | 1,46 | 0,040 | 1,1 | 2,6 | 0,03 | 0,11 | 64  | 2,0  | 5,6  | 9,0  | 83  | 57  | 0,78 | 3,6  | 0,06 | 36 | 42  | 29 | 5  | 75  | 9  | 0,7 | 0,6 | 2,9 | 1,9 | 4,7  | 0,7 | 0,02 |
| 08_03 | 0,98 | 12,9 | 6,6  | 1,02 | 0,42 | 11,6 | 7,7 | 0,24 | 1,65 | 0,052 | 1,2 | 2,9 | 0,03 | 0,12 | 74  | 2,0  | 5,2  | 8,7  | 81  | 56  | 0,78 | 3,3  | 0,06 | 35 | 46  | 30 | 5  | 71  | 9  | 0,4 | 0,6 | 2,8 | 1,9 | 6,8  | 0,6 | 0,03 |
| 09_01 | 0,37 | 12,6 | 17,1 | 0,36 | 0,39 | 16,9 | 7,7 | 0,31 | 6,57 | 0,153 | 1,7 | 8,4 | 0,38 | 0,66 | 48  | 2,8  | 10,5 | 9,2  | 86  | 74  | 0,78 | 4,3  | 0,06 | 55 | 65  | 34 | 10 | 103 | 14 | 0,8 | 0,5 | 6,0 | 4,0 | 13,0 | 0,5 | 0,02 |
| 09_02 | 1,93 | 13,6 | 21,9 | 0,60 | 0,41 | 11,9 | 7,8 | 0,19 | 2,53 | 0,060 | 1,3 | 3,9 | 0,03 | 0,10 | 127 | 3,2  | 8,1  | 9,9  | 96  | 65  | 0,78 | 4,1  | 0,06 | 40 | 43  | 29 | 5  | 85  | 12 | 0,6 | 0,6 | 4,5 | 2,0 | 6,1  | 0,6 | 0,02 |
| 09_03 | 1,10 | 13,0 | 15,0 | 0,50 | 0,50 | 10,5 | 7,8 | 0,21 | 3,11 | 0,030 | 1,2 | 4,3 | 0,03 | 0,13 | 78  | 2,1  | 13,6 | 10,2 | 66  | 68  | 0,83 | 4,7  | 0,05 | 34 | 35  | 23 | 4  | 95  | 10 |     |     |     |     |      |     |      |
| 09_04 | 1,93 | 13,6 | 21,9 | 0,60 | 0,41 | 11,9 | 7,8 | 0,19 | 2,53 | 0,060 | 1,3 | 3,9 | 0,03 | 0,10 | 127 | 3,2  | 8,1  | 9,9  | 96  | 65  | 0,78 | 4,1  | 0,06 | 40 | 43  | 29 | 5  | 85  | 12 | 0,6 | 0,6 | 4,5 | 2,0 | 6,1  | 0,6 | 0,02 |
| 10_01 | 1,15 | 11,7 | 16,4 | 0,61 | 0,43 | 11,7 | 7,6 | 0,22 | 0,91 | 0,026 | 1,1 | 2,0 | 0,03 | 0,08 | 67  | 2,1  | 9,4  | 8,8  | 80  | 64  | 0,80 | 4,1  | 0,06 | 40 | 48  | 28 | 3  | 92  | 10 | 0,9 | 0,5 | 3,7 | 1,8 | 3,3  | 0,5 | 0,02 |
| 10_02 | 1,41 | 12,3 | 12,6 | 0,42 | 0,68 | 17,1 | 7,4 | 0,58 | 0,75 | 0,034 | 1,9 | 2,7 | 0,03 | 0,12 | 53  | 2,6  | 13,5 | 7,9  | 73  | 84  | 0,71 | 4,6  | 0,06 | 79 | 51  | 47 | 3  | 112 | 11 | 2,4 | 0,8 | 4,1 | 1,5 | 5,0  | 0,6 | 0,02 |
| 10_03 | 1,89 | 11,7 | 18,3 | 0,57 | 0,50 | 14,1 | 7,6 | 0,56 | 1,85 | 0,053 | 1,8 | 3,7 | 0,04 | 0,12 | 79  | 2,8  | 11,6 | 9,2  | 85  | 81  | 0,77 | 5,1  | 0,05 | 61 | 46  | 38 | 4  | 115 | 10 | 1,4 | 0,8 | 3,6 | 1,8 | 5,1  | 1,0 | 0,06 |
| 11_01 | 0,97 | 12,8 | 15,9 | 0,37 | 0,46 | 30,4 | 7,6 | 0,30 | 0,68 | 0,032 | 1,6 | 2,3 | 0,04 | 0,17 | 33  | 3,2  | 12,4 | 8,2  | 77  | 63  | 0,81 | 4,2  | 0,06 | 38 | 44  | 24 | 4  | 87  | 12 | 1,2 | 0,7 | 4,0 | 3,0 | 7,2  | 1,1 | 0,03 |
| 11_02 | 1,13 | 13,0 | 14,5 | 0,45 | 0,40 | 21,8 | 7,6 | 0,32 | 0,35 | 0,024 | 1,4 | 1,8 | 0,03 | 0,13 | 36  | 2,4  | 10,5 | 7,6  | 70  | 65  | 0,78 | 3,8  | 0,06 | 45 | 53  | 30 | 4  | 86  | 11 |     |     |     |     |      |     |      |
| 11_06 | 1,59 | 10,8 | 16,9 | 0,57 | 0,79 | 17,5 | 7,8 | 0,21 | 0,89 | 0,025 | 1,1 | 2,0 | 0,03 | 0,12 | 55  | 2,4  | 7,3  | 9,3  | 84  | 68  | 0,78 | 4,5  | 0,05 | 45 | 43  | 30 | 4  | 92  | 12 | 0,7 | 0,5 | 2,6 | 2,3 | 4,5  | 0,8 | 0,03 |
| 11_07 | 0,61 | 11,9 | 11,8 | 0,41 | 0,50 | 17,9 | 7,4 | 0,16 | 0,17 | 0,010 | 1,6 | 1,8 | 0,03 | 0,19 | 23  | 2,6  | 5,9  | 5,3  | 53  | 46  | 0,82 | 3,1  | 0,05 | 26 | 34  | 18 | 2  | 67  | 10 |     |     |     |     |      |     |      |
| 12_01 | 1,16 | 12,4 | 10,5 | 0,70 | 0,45 | 11,4 | 7,7 | 0,36 | 1,29 | 0,055 | 1,4 | 2,7 | 0,03 | 0,15 | 53  | 2,4  | 8,7  | 8,9  | 83  | 59  | 0,76 | 3,5  | 0,06 | 40 | 47  | 28 | 5  | 75  | 10 | 0,8 | 0,6 | 3,0 | 2,3 | 6,1  | 0,7 | 0,03 |
| 12_02 | 1,26 | 12,0 | 9,9  | 0,44 | 0,49 | 27,2 | 7,6 | 0,30 | 1,13 | 0,031 | 1,4 | 2,5 | 0,03 | 0,18 | 42  | 2,6  | 8,2  | 8,3  | 78  | 57  | 0,79 | 3,8  | 0,06 | 36 | 37  | 24 | 4  | 78  | 10 | 1,6 | 0,7 | 3,3 | 2,6 | 6,0  | 1,0 | 0,04 |
| 12_04 | 0,63 | 11,8 | 7,6  | 0,69 | 0,38 | 22,5 | 7,5 | 0,27 | 1,67 | 0,030 | 1,1 | 2,9 | 0,04 | 0,14 | 78  | 2,2  | 6,7  | 8,1  | 74  | 71  | 0,76 | 4,9  | 0,06 | 51 | 34  | 35 | 4  | 95  | 11 |     |     |     |     |      |     |      |
| 12_07 | 1,14 | 11,8 | 6,9  | 0,93 | 0,42 | 12,0 | 7,7 | 0,28 | 1,51 | 0,057 | 1,2 | 2,8 | 0,04 | 0,14 | 65  | 2,5  | 8,2  | 8,9  | 81  | 59  | 0,77 | 3,3  | 0,05 | 40 | 52  | 28 | 5  | 74  | 10 | 0,5 | 0,7 | 3,3 | 2,3 | 6,3  | 0,8 | 0,04 |
| 13_02 | 0,77 | 12,4 | 7,9  | 0,62 | 0,38 | 14,0 | 7,8 | 0,23 | 1,38 | 0,037 | 0,9 | 2,3 | 0,03 | 0,08 | 80  | 1,5  | 5,4  | 9,8  | 91  | 70  | 0,78 | 4,4  | 0,05 | 48 | 47  | 31 | 4  | 95  | 13 | 0,6 | 0,6 | 2,7 | 1,7 | 4,3  | 0,6 | 0,03 |
| 13_04 | 1,69 | 12,1 | 24,8 | 0,40 | 0,43 | 21,5 | 7,6 | 0,40 | 0,72 | 0,030 | 2,0 | 2,7 | 0,03 | 0,19 | 42  | 3,4  | 12,8 | 8,6  | 80  | 70  | 0,78 | 4,3  | 0,06 | 48 | 52  | 31 | 4  | 93  | 12 | 1,4 | 0,8 | 4,0 | 2,3 | 5,9  | 0,8 | 0,03 |
| 13_05 | 1,00 | 12,3 | 17,4 | 0,55 | 0,20 | 10,4 | 7,6 | 0,83 | 0,84 | 0,053 | 2,3 | 3,2 | 0,03 | 0,12 | 83  | 3,4  | 8,0  | 7,4  | 80  | 80  | 0,76 | 4,6  | 0,06 | 63 | 63  | 37 | 3  | 103 | 13 |     |     |     |     |      |     |      |
| 13_06 | 0,92 | 11,3 | 16,4 | 0,44 | 0,83 | 47,0 | 7,7 | 0,41 | 1,05 | 0,031 | 1,8 | 2,9 | 0,03 | 0,23 | 31  | 3,4  | 10,0 | 7,9  | 72  | 68  | 0,79 | 4,8  | 0,05 | 42 | 37  | 30 | 4  | 94  | 12 |     |     |     |     |      |     |      |
| 14_02 | 1,35 | 13,5 | 20,1 | 0,51 | 0,68 | 17,8 | 7,7 | 0,21 | 0,24 | 0,034 | 1,4 | 1,7 | 0,03 | 0,15 | 26  | 2,5  | 12,7 | 7,6  | 72  | 61  | 0,73 | 3,5  | 0,05 | 50 | 47  | 30 | 4  | 78  | 11 | 1,2 | 0,5 | 3,8 | 2,4 | 3,7  | 8,9 | 0,44 |
| 15_01 | 0,53 | 13,1 | 40,0 | 0,54 | 0,00 | 5,6  | 7,8 | 0,56 | 0,07 | 0,014 | 1,4 | 1,5 | 0,24 | 0,38 | 9   | 3,8  | 5,7  | 5,7  | 57  | 46  | 0,79 | 3,2  | 0,07 | 32 | 40  | 23 | 4  | 66  | 7  |     |     |     |     |      |     |      |
| 15_02 | 2,33 | 12,1 | 20,3 | 0,56 | 0,46 | 14,0 | 7,6 | 0,29 | 0,96 | 0,029 | 1,2 | 2,2 | 0,03 | 0,13 | 40  | 2,3  | 8,4  | 8,7  | 81  | 59  | 0,81 | 3,9  | 0,06 | 35 | 48  | 27 | 3  | 84  | 8  | 1,3 | 0,6 | 3,3 | 1,7 | 4,3  | 0,6 | 0,02 |
| 15_04 | 1,03 | 11,6 | 12,8 | 0,54 | 0,42 | 9,9  | 7,5 | 0,66 | 2,19 | 0,051 | 1,7 | 3,9 | 0,03 | 0,11 | 100 | 2,1  | 8,3  | 7,2  | 66  | 74  | 0,83 | 5,4  | 0,06 | 42 | 40  | 30 | 3  | 116 | 9  | 1,7 | 0,6 | 2,8 | 1,5 | 5,5  | 1,6 | 0,09 |
| 15_05 | 1,03 | 11,6 | 12,8 | 0,54 | 0,42 | 9,9  | 7,5 | 0,66 | 2,19 | 0,051 | 1,7 | 3,9 | 0,03 | 0,11 | 100 | 2,1  | 8,3  | 7,2  | 66  | 74  | 0,83 | 5,4  | 0,06 | 42 | 40  | 30 | 3  | 116 | 9  | 1,7 | 0,6 | 2,8 | 1,5 | 5,5  | 1,6 | 0,09 |



## Bijlage 5.2 Typegemiddelden fysische en chemische metingen

In de tabel zijn de alle jaargemiddelden en geselecteerde zomerhalfjaargemiddelden (z) per watertype vermeld. Het aantal locaties voor de schuine streep betreft de metalen, dat achter de schuine streep de overige variabelen

De GES (Goede Ecologische Situatie) is voor de stromende wateren de Goede Ecologische Toestand (GET) volgens Van der Molen & Pot (2007) en voor de sloten en kanalen het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) volgens Evers e.a. (2007) voor de meest overeenkomende watertypen. De GES-waarden zijn dus geen metingen uit dit onderzoek en zijn daarom grijs gedrukt. *Cursief gedrukte gemiddelden voldoen aan de GES, vet gedrukte gemiddelden voldoen niet aan de GES.* De MTR-waarden zijn ontleend aan Rijkswaterstaat (1998)

| Groep                      | type       | bovenloop<br>beek | zand-<br>sloot | klei-<br>sloot | smal<br>kleikanaal | breed<br>kleikanaal | river-<br>tje | smal<br>veenkanaal | breed<br>veenkanaal | alle        | MTR       |
|----------------------------|------------|-------------------|----------------|----------------|--------------------|---------------------|---------------|--------------------|---------------------|-------------|-----------|
| variabele                  | aant. loc. | 0 / 2             | 3 / 4          | 14 / 19        | 15 / 21            | 22 / 26             | 10 / 10       | 3 / 5              | 10 / 16             | 77 / 103    |           |
| <i>Algemeen</i>            |            |                   |                |                |                    |                     |               |                    |                     |             |           |
| Diepte                     | m          | 0,19              | 0,59           | 0,71           | 1,11               | 1,34                | 1,94          | 0,95               | 1,34                | 1,16        | -         |
| Temperatuur                | oC         | 11,2              | 11,8           | 12,4           | 12,1               | 12,7                | 12,2          | 12,6               | 13,8                | 12,6        | -         |
| Chlorofyl-a                | µg/l       | 3,2               | 22,9           | 12,4           | 11,5               | 17,0                | 8,2           | 32,3               | 25,9                | 16,2        | -         |
| Chlorofyl-a (z)            | µg/l       | 3,8               | 27,4           | 14,6           | 14,7               | 20,8                | 12,4          | 33,3               | 22,4                | 18,3        | 100       |
| Doorzicht                  | m          | 0,27              | 0,65           | 0,60           | 0,64               | 0,60                | 0,67          | 0,65               | 0,64                | 0,62        | -         |
| Doorzicht (z)              | m          | 0,25              | 0,65           | 0,65           | 0,71               | 0,60                | 0,66          | 0,72               | 0,68                | 0,65        | -         |
| Doorzicht (GES)            | m          | -                 | -              | -              | 0,65               | 0,65                | -             | 0,65               | 0,65                | 0,65        | 0,4       |
| Kleur                      | -          | 0,74              | 0,34           | 0,30           | 0,33               | 0,40                | 0,35          | 0,52               | 0,35                | 0,36        | -         |
| Zwevend stof               | mg/l       | 10,6              | 16,0           | 16,1           | 17,1               | 12,4                | 14,2          | 15,1               | 11,5                | 14,3        | -         |
| pH                         | -          | 7,6               | 7,4            | 7,6            | 7,7                | 7,7                 | 7,8           | 7,7                | 7,7                 | 7,7         | 6,5 - 9,0 |
| <i>Nutriënten</i>          |            |                   |                |                |                    |                     |               |                    |                     |             |           |
| Ammonium                   | mg N/l     | 0,03              | 0,15           | 0,23           | 0,29               | 0,29                | 0,19          | 0,60               | 0,35                | 0,28        | -         |
| Nitraat                    | mg N/l     | 3,88              | 3,57           | 2,20           | 1,43               | 1,48                | 1,74          | 0,67               | 0,51                | 1,57        | -         |
| Nitriet                    | mg N/l     | 0,019             | 0,039          | 0,045          | 0,037              | 0,035               | 0,031         | 0,035              | 0,036               | 0,037       | -         |
| Organische stikstof        | mg N/l     | 0,6               | 1,1            | 1,0            | 1,0                | 1,0                 | 0,8           | 1,8                | 1,8                 | 1,1         | -         |
| Totaal stikstof            | mg N/l     | 4,6               | 4,8            | 3,5            | 2,8                | 2,8                 | 2,7           | 3,1                | 2,7                 | 3,0         | 2,2       |
| Totaal stikstof (z)        | mg N/l     | 4,6               | <b>4,3</b>     | <b>2,7</b>     | 2,1                | 2,3                 | 2,4           | 2,8                | 2,3                 | 2,5         | -         |
| Totaal stikstof (GES)      | mg N/l     | 4,0               | 2,4            | 2,4            | 2,8                | 2,8                 | 4,0           | 2,8                | 2,8                 | 2,4 - 4,0   | -         |
| Orthofosfaat               | mg P/l     | 0,03              | 0,03           | 0,05           | 0,04               | 0,04                | 0,03          | 0,07               | 0,09                | 0,05        | -         |
| Totaal fosfaat             | mg P/l     | 0,03              | 0,12           | 0,15           | 0,15               | 0,13                | 0,12          | 0,27               | 0,25                | 0,16        | -         |
| Totaal fosfaat (z)         | mg P/l     | 0,03              | 0,12           | 0,14           | 0,13               | 0,12                | 0,11          | <b>0,30</b>        | <b>0,29</b>         | 0,16        | 0,15      |
| Totaal fosfaat (GES)       | mg P/l     | 0,12              | 0,22           | 0,22           | 0,15               | 0,15                | 0,14          | 0,15               | 0,15                | 0,15 - 0,22 | -         |
| N/P                        | -          | 371               | 169            | 92             | 67                 | 68                  | 64            | 39                 | 34                  | 75          | -         |
| N/P (z)                    | -          | 364               | 184            | 78             | 62                 | 59                  | 63            | 36                 | 29                  | 68          | -         |
| <i>Zuurstofhuishouding</i> |            |                   |                |                |                    |                     |               |                    |                     |             |           |
| Bioch. zuurstofverbr.      | mg/l       | 1,0               | 2,1            | 2,4            | 2,3                | 2,4                 | 1,7           | 4,2                | 3,4                 | 2,6         | -         |
| Tot. organ. koolstof       | mg/l       | 4,2               | 7,0            | 6,4            | 7,8                | 8,1                 | 5,7           | 18,4               | 19,0                | 9,8         | -         |
| Zuurstof                   | mg/l       | 9,7               | 8,5            | 8,5            | 9,1                | 8,7                 | 9,5           | 7,0                | 6,8                 | 8,5         | -         |
| ZVP                        | %          | 89                | 79             | 79             | 84                 | 82                  | 87            | 65                 | 64                  | 79          | -         |
| ZVP (z)                    | %          | 88                | 85             | 84             | 92                 | 89                  | 91            | 69                 | 59                  | 83          | -         |
| <i>Macro-ionen</i>         |            |                   |                |                |                    |                     |               |                    |                     |             |           |
| Elektr. geleidingsverm.    | mS/m       | 50                | 44             | 60             | 66                 | 62                  | 69            | 68                 | 63                  | 63          | -         |
| Ionic Ratio                | -          | 0,78              | 0,74           | 0,78           | 0,77               | 0,78                | 0,75          | 0,70               | 0,74                | 0,76        | -         |
| Ionic Ratio (z)            | -          | 0,78              | 0,74           | 0,76           | 0,74               | 0,76                | 0,71          | 0,68               | 0,72                | 0,74        | -         |
| Bicarbonaat                | mmol/l     | 2,1               | 1,7            | 3,7            | 4,0                | 3,8                 | 3,9           | 3,7                | 3,4                 | 3,6         | -         |
| Carbonaat                  | mmol/l     | 0,05              | 0,06           | 0,06           | 0,05               | 0,05                | 0,06          | 0,05               | 0,05                | 0,05        | -         |
| Chloride                   | mg/l       | 30                | 30             | 38             | 46                 | 43                  | 53            | 62                 | 50                  | 45          | 200       |
| Chloride (z)               | mg/l       | 29                | 30             | 40             | 49                 | 44                  | <b>55</b>     | 68                 | 54                  | 47          | -         |
| Chloride (GES)             | mg/l       | 40                | 150            | 150            | 300                | 300                 | 40            | 300                | 300                 | 40 - 300    | -         |
| Sulfaat                    | mg/l       | 67                | 55             | 50             | 49                 | 47                  | 53            | 53                 | 64                  | 52          | 100       |
| Natrium                    | mg/l       | 22                | 20             | 26             | 30                 | 29                  | 34            | 41                 | 33                  | 30          | -         |
| Magnesium                  | mg/l       | 4                 | 6              | 5              | 4                  | 4                   | 4             | 6                  | 6                   | 5           | -         |
| Kalium                     | mg/l       | 59                | 48             | 82             | 88                 | 84                  | 88            | 83                 | 80                  | 82          | -         |
| Calcium                    | mg/l       | 9                 | 7              | 11             | 11                 | 10                  | 11            | 11                 | 11                  | 11          | -         |
| <i>Metalen</i>             |            |                   |                |                |                    |                     |               |                    |                     |             |           |
| Ijzer                      | mg/l       |                   | 2,7            | 1,4            | 1,0                | 1,0                 | 0,6           | 1,0                | 0,9                 | 1,1         | -         |
| Chroom                     | ug/l       |                   | 0,6            | 0,6            | 0,7                | 0,7                 | 0,7           | 0,6                | 0,6                 | 0,7         | 84        |
| Nikkel                     | ug/l       |                   | 5,8            | 3,5            | 3,3                | 3,2                 | 2,3           | 3,5                | 4,3                 | 3,4         | 6,3       |
| Koper                      | ug/l       |                   | 2,3            | 2,0            | 2,1                | 2,0                 | 2,6           | 3,3                | 2,2                 | 2,2         | 3,8       |
| Zink                       | ug/l       |                   | 11,9           | 6,7            | 6,2                | 6,0                 | 7,2           | 9,3                | 5,2                 | 6,6         | 40        |
| Lood                       | ug/l       |                   | 1,1            | 0,8            | 0,7                | 1,0                 | 0,9           | 4,7                | 1,1                 | 1,0         | 220       |
| Cadmium                    | ug/l       |                   | 0,09           | 0,05           | 0,03               | 0,04                | 0,05          | 0,17               | 0,04                | 0,05        | 2,0       |



## Bijlage 5.3 Jaargemiddelden fysische en chemische metingen per type

Tussen haakjes is achter elk type het aantal beschikbare locaties vermeld. Afkortingen van de variabelen en eenheden als in Bijlage 5.2. **vet** = zeer significante verschillen ( $p < 0.001$ ) tussen de drie jaren, onderstreept = matig significante verschillen ( $p < 0.01$ ), *cursief* = zwak significante verschillen ( $p < 0.05$ )

|                  | zandsloot (3) |       |       | kleisloot (16) |             |             | smal kleikan. (14-16) |             |             | breed kleikan. (13-15) |            |            | riviertje (8)           |                        |             | alle (58)              |                        |                        |
|------------------|---------------|-------|-------|----------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|------------------------|------------|------------|-------------------------|------------------------|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                  | 2006          | 2007  | 2008  | 2006           | 2007        | 2008        | 2006                  | 2007        | 2008        | 2006                   | 2007       | 2008       | 2006                    | 2007                   | 2008        | 2006                   | 2007                   | 2008                   |
| Diep             | 0,68          | 0,69  | 0,63  | 0,78           | 0,69        | 0,75        | 1,12                  | 1,15        | 1,12        | 1,31                   | 1,31       | 1,23       | 2,16                    | 1,88                   | 1,91        | 1,20                   | 1,14                   | 1,13                   |
| T                | 13,1          | 12,5  | 11,4  | <b>14,7</b>    | <b>12,2</b> | <b>11,5</b> | <b>14,0</b>           | <b>12,4</b> | <b>11,6</b> | 12,7                   | 12,6       | 12,1       | <u>13,0</u>             | <u>12,5</u>            | <u>11,3</u> | <b>13,7</b>            | <b>12,4</b>            | <b>11,6</b>            |
| Chl              | 29,2          | 22,6  | 23,7  | 13,2           | 8,3         | 13,1        | 11,5                  | 10,5        | 12,9        | 19,2                   | 15,5       | 17,3       | 10,8                    | 7,1                    | 7,1         | 14,8                   | 11,3                   | 13,8                   |
| DZ               | 0,63          | 0,74  | 0,74  | 0,58           | 0,61        | 0,66        | 0,56                  | 0,68        | 0,63        | 0,59                   | 0,62       | 0,58       | <i>0,56</i>             | <i>0,64</i>            | <i>0,80</i> | 0,58                   | 0,64                   | 0,65                   |
| ZS               | 19,6          | 13,5  | 10,4  | 13,2           | 15,9        | 16,6        | 14,5                  | 15,7        | 16,9        | 11,9                   | 12,5       | 13,4       | <u>15,5</u>             | <u>14,6</u>            | <u>10,7</u> | 13,9                   | 14,7                   | 14,7                   |
| pH               | 7,8           | 7,5   | 7,5   | <i>7,7</i>     | <i>7,6</i>  | <i>7,7</i>  | <i>7,6</i>            | <i>7,6</i>  | <i>7,7</i>  | <i>7,7</i>             | <i>7,7</i> | <i>7,7</i> | <u>7,7</u>              | <u>7,7</u>             | <u>7,8</u>  | <u>7,7</u>             | <u>7,6</u>             | <u>7,7</u>             |
| NH <sub>4</sub>  | 0,14          | 0,15  | 0,17  | 0,20           | 0,26        | 0,24        | 0,25                  | 0,29        | 0,28        | 0,31                   | 0,31       | 0,34       | 0,20                    | 0,23                   | 0,21        | 0,24                   | 0,27                   | 0,27                   |
| NO <sub>3</sub>  | 2,87          | 3,76  | 3,54  | 1,75           | 2,47        | 1,87        | 1,42                  | 1,58        | 1,42        | 1,74                   | 1,78       | 1,47       | 1,69                    | 2,06                   | 1,65        | 1,71                   | 2,06                   | 1,70                   |
| NO <sub>2</sub>  | 0,042         | 0,043 | 0,036 | 0,049          | 0,051       | 0,038       | 0,040                 | 0,039       | 0,036       | 0,041                  | 0,040      | 0,034      | 0,033                   | 0,037                  | 0,034       | 0,042                  | 0,043                  | 0,036                  |
| kN               | 1,3           | 1,1   | 1,2   | 1,2            | 1,1         | 1,1         | 1,3                   | 1,2         | 1,3         | 1,5                    | 1,2        | 1,3        | 1,1                     | 0,9                    | 0,9         | <i>1,3</i>             | <i>1,1</i>             | <i>1,2</i>             |
| tN               | 4,2           | 4,9   | 4,7   | 3,0            | 3,6         | 3,1         | 2,8                   | 2,8         | 2,7         | 3,3                    | 3,0        | 2,8        | 2,8                     | 3,0                    | 2,6         | 3,0                    | 3,2                    | 2,9                    |
| oP               | 0,03          | 0,03  | 0,03  | 0,05           | 0,07        | 0,03        | 0,05                  | 0,04        | 0,05        | 0,03                   | 0,03       | 0,03       | 0,04                    | 0,03                   | 0,03        | 0,04                   | 0,04                   | 0,03                   |
| tP               | 0,11          | 0,11  | 0,11  | 0,11           | 0,17        | 0,14        | 0,11                  | 0,16        | 0,20        | 0,10                   | 0,11       | 0,12       | 0,11                    | 0,13                   | 0,12        | 0,11                   | 0,14                   | 0,15                   |
| N/P              | 146           | 178   | 173   | 74             | 88          | 74          | 81                    | 63          | 58          | 93                     | 83         | 66         | 71                      | 61                     | 66          | 84                     | 81                     | 72                     |
| BZV5             | 2,7           | 2,4   | 4,0   | <b>2,8</b>     | <b>1,8</b>  | <b>2,1</b>  | 2,5                   | 2,2         | 2,2         | 2,9                    | 2,3        | 2,2        | <u>2,0</u>              | <u>1,4</u>             | <u>1,3</u>  | <b>2,6</b>             | <b>2,0</b>             | <b>2,5</b>             |
| O <sub>2</sub>   | 9,7           | 8,9   | 8,9   | 8,8            | 8,6         | 9,0         | 8,6                   | 8,7         | 9,4         | 9,3                    | 8,9        | 9,0        | <u>9,8</u>              | <u>9,0</u>             | <u>9,6</u>  | 9,1                    | 8,8                    | 9,2                    |
| ZVP              | 92            | 85    | 83    | 86             | 80          | 82          | 83                    | 81          | 85          | 87                     | 83         | 83         | <u>93</u>               | <u>83</u>              | <u>87</u>   | 87                     | 82                     | 84                     |
| EGV              | 46            | 44    | 44    | 60             | 64          | 63          | 65                    | 65          | 65          | 65                     | 64         | 63         | 69                      | 68                     | 67          | 63                     | 64                     | 63                     |
| IR               | 0,75          | 0,75  | 0,75  | 0,79           | 0,79        | 0,78        | 0,78 <sup>a</sup>     | 0,77        | 0,78        | 0,77                   | 0,79       | 0,79       |                         | 0,76                   | 0,76        | 0,78 <sup>d</sup>      | 0,78                   | 0,78                   |
| HCO <sub>3</sub> | 1,8           | 1,8   | 1,9   | <b>3,5</b>     | <b>4,1</b>  | <b>4,1</b>  | 3,8                   | 4,0         | 4,0         | 3,9                    | 4,1        | 4,0        | 3,9                     | 4,1                    | 4,0         | 3,7                    | 3,9                    | 3,9                    |
| CO <sub>3</sub>  | 0,07          | 0,05  | 0,05  | 0,07           | 0,05        | 0,06        | 0,07                  | 0,05        | 0,05        | 0,07                   | 0,05       | 0,05       | 0,06                    | 0,05                   | 0,05        | 0,07                   | 0,05                   | 0,05                   |
| Cl               | 29            | 28    | 29    | 44             | 39          | 40          | 50                    | 45          | 43          | 46                     | 42         | 41         | <u>58</u>               | <u>49</u>              | <u>48</u>   | 47                     | 42                     | 42                     |
| SO <sub>4</sub>  | 53            | 51    | 54    | 49             | 46          | 49          | 49                    | 48          | 50          | 47                     | 45         | 45         | 51                      | 52                     | 52          | 49                     | 47                     | 49                     |
| Na               | 20            | 20    | 22    | 24             | 27          | 28          | 28 <sup>a</sup>       | 29          | 30          | 30 <sup>b</sup>        | 28         | 30         |                         | 32                     | 34          | 27 <sup>d</sup>        | 28                     | 30                     |
| K                | 6             | 7     | 8     | 5              | 5           | 5           | 4 <sup>a</sup>        | 4           | 5           | 4 <sup>b</sup>         | 4          | 4          |                         | 4                      | 4           | 5 <sup>d</sup>         | 5                      | 5                      |
| Ca               | 48            | 47    | 50    | 80             | 86          | 88          | 92 <sup>a</sup>       | 86          | 88          | 96 <sup>b</sup>        | 89         | 87         |                         | 89                     | 89          | 85 <sup>d</sup>        | 85                     | 86                     |
| Mg               | 7             | 7     | 8     | 10             | 11          | 12          | 10 <sup>a</sup>       | 11          | 11          | 9 <sup>b</sup>         | 9          | 10         |                         | 11                     | 12          | 10 <sup>d</sup>        | 10                     | 11                     |
| Fe               | 0,7           | 0,6   | 0,6   | 0,7            | 1,0         | 0,8         | 0,9                   | 1,0         | 1,0         | 1,0                    | 1,0        | 1,1        | 0,8 <sup>c</sup>        | 0,7 <sup>a</sup>       | 0,6         | 0,9 <sup>f</sup>       | 0,9 <sup>e</sup>       | 0,9 <sup>g</sup>       |
| Cr               | 0,9           | 0,6   | 0,5   | <b>0,9</b>     | <b>0,6</b>  | <b>0,6</b>  | <b>1,0</b>            | <b>0,5</b>  | <b>0,5</b>  | <b>1,1</b>             | <b>0,6</b> | <b>0,5</b> | <b>1,5<sup>c</sup></b>  | <b>0,5<sup>a</sup></b> | <b>0,5</b>  | <b>1,0<sup>f</sup></b> | <b>0,6<sup>e</sup></b> | <b>0,5<sup>g</sup></b> |
| Ni               | 5,4           | 5,5   | 5,5   | 2,6            | 3,1         | 3,0         | 3,1                   | 3,3         | 3,4         | 3,0                    | 3,0        | 2,9        | 2,5 <sup>c</sup>        | 2,3 <sup>a</sup>       | 2,3         | 3,0 <sup>f</sup>       | 3,1 <sup>e</sup>       | 3,1 <sup>g</sup>       |
| Cu               | 3,2           | 2,6   | 1,7   | 1,8            | 2,1         | 1,8         | 2,1                   | 2,2         | 1,9         | 1,9                    | 1,8        | 1,5        | <b>3,8<sup>c</sup></b>  | <b>2,7<sup>a</sup></b> | <b>2,2</b>  | 2,2 <sup>f</sup>       | 2,1 <sup>e</sup>       | 1,8 <sup>g</sup>       |
| Zn               | 11,7          | 7,3   | 8,0   | 6,4            | 5,8         | 5,6         | 7,4                   | 5,9         | 5,5         | <u>6,8</u>             | <u>5,1</u> | <u>4,9</u> | <u>14,5<sup>c</sup></u> | <u>6,9<sup>a</sup></u> | <u>5,8</u>  | <b>7,7<sup>f</sup></b> | <b>5,8<sup>e</sup></b> | <b>5,5<sup>g</sup></b> |
| Pb               | 1,3           | 0,8   | 1,1   | 0,8            | 0,7         | 0,8         | 0,8                   | 0,7         | 0,7         | 1,0                    | 0,7        | 1,1        | 1,8 <sup>c</sup>        | 1,0 <sup>a</sup>       | 0,6         | 0,9 <sup>f</sup>       | 0,7 <sup>e</sup>       | 0,8 <sup>g</sup>       |
| Cd               | 0,09          | 0,06  | 0,09  | 0,03           | 0,03        | 0,03        | 0,02                  | 0,03        | 0,04        | 0,03                   | 0,03       | 0,06       | 0,07 <sup>c</sup>       | 0,05 <sup>a</sup>      | 0,04        | 0,03 <sup>f</sup>      | 0,03 <sup>e</sup>      | 0,04 <sup>g</sup>      |

<sup>a</sup>7 locaties, <sup>b</sup>11 locaties, <sup>c</sup>3 locaties, <sup>d</sup>31 locaties, <sup>e</sup>51 locaties, <sup>f</sup>42 locaties, <sup>g</sup>46 locaties



## Bijlage 6.1 Soortenlijst macrofyten

In de tabel zijn voor alle consequent gedetermineerde soorten de frequenties (percentages van het aantal opnamen waarin de soort is gevonden) vermeld. De laatste kolom geeft de gemiddelde procentuele bedekking voor alle opnamen samen.

nl = aantal locaties

no = aantal opnamen

Laag is de groeivorm van de soort (S = ondergedoken, K = kroos, F = flab, N = drijvend, E = emers, O = oever, L = land)



# Pilot stuurvariabelen waterkwaliteit en ecologie

| Soort                   | Wetenschappelijke naam                  | Afkorting | Laag | zandgrond |     |      |     | kleigrond |      |       |      | veengrond |      |       | alle typen |      |       |      | gem. bed. % |
|-------------------------|-----------------------------------------|-----------|------|-----------|-----|------|-----|-----------|------|-------|------|-----------|------|-------|------------|------|-------|------|-------------|
|                         |                                         |           |      | nl        | be- | slo- | ten | slo-      | smal | breed | Lin- | slo-      | smal | breed | zand       | klei | veen  | alle |             |
|                         |                                         |           |      |           | ken | ten  | ten | kan.      | kan. | ge    | ten  | kan.      | kan. |       |            |      |       |      |             |
|                         |                                         |           |      | 2         | 5   | 30   | 36  | 31        | 18   | 4     | 7    | 20        | 7    | 115   | 31         | 153  | 153   |      |             |
|                         |                                         |           |      | 2         | 6   | 34   | 40  | 35        | 19   | 4     | 7    | 21        | 8    | 128   | 32         | 168  | 168   |      |             |
| Kalmoes                 | <i>Acorus calamus</i>                   | Kalmoes   | E    | -         | -   | -    | -   | 11        | 26   | -     | -    | 29        | -    | 7     | 19         | 9    | 0,092 |      |             |
| Grote waterweegbree     | <i>Alisma plantago-aquatica</i>         | Gr.W. wee | E    | 50        | 67  | 15   | 25  | 9         | 11   | 25    | -    | 10        | 63   | 16    | 9          | 17   | 0,149 |      |             |
| Zwarte els              | <i>Alnus glutinosa</i>                  | ZwarEls   | L    | -         | 17  | 9    | 13  | 17        | 5    | 75    | -    | 33        | 13   | 12    | 31         | 15   | 0,329 |      |             |
| Gewone engelwortel      | <i>Angelica sylvestris</i>              | Gw.Engel  | L    | -         | -   | 3    | 8   | 9         | 16   | -     | 29   | 24        | -    | 8     | 22         | 10   | 0,036 |      |             |
| Groot moerasscherm      | <i>Apium nodiflorum</i>                 | Gr.M.sch  | O    | -         | -   | -    | 3   | -         | 5    | -     | -    | -         | -    | 2     | -          | 1    | 0,002 |      |             |
| Grote kroosvaren        | <i>Azolla filiculoides</i>              | Gr.Krsva  | K    | -         | -   | 6    | 13  | 3         | 21   | 50    | 57   | 29        | -    | 9     | 38         | 14   | 0,595 |      |             |
| Kleine watereppe        | <i>Berula erecta</i>                    | Kl.W.epp  | E    | -         | -   | -    | 3   | -         | 5    | -     | 14   | 10        | -    | 2     | 9          | 3    | 0,008 |      |             |
| Knikkend tandzaad       | <i>Bidens cernua</i>                    | KnikTand  | O    | -         | 17  | -    | -   | 6         | 5    | -     | -    | 24        | 13   | 2     | 16         | 5    | 0,033 |      |             |
| Smal tandzaad           | <i>Bidens connata</i>                   | SmalTand  | O    | -         | -   | -    | -   | -         | -    | 25    | -    | -         | -    | -     | 3          | 1    | 0,003 |      |             |
| Zwart tandzaad          | <i>Bidens frondosa</i>                  | ZwarTand  | O    | -         | 33  | 3    | 20  | -         | 32   | 25    | -    | 10        | 25   | 12    | 9          | 12   | 0,023 |      |             |
| Tandzaad                | <i>Bidens spec.</i>                     | Tandzaad  | O    | -         | -   | -    | 8   | -         | 5    | 25    | 14   | -         | -    | 3     | 6          | 4    | 0,007 |      |             |
| Veerdelig tandzaad      | <i>Bidens tripartita</i>                | VeerTand  | O    | -         | 17  | -    | 8   | 3         | 5    | -     | 14   | 24        | 13   | 4     | 19         | 7    | 0,036 |      |             |
| Heen                    | <i>Bolboschoenus maritimus</i>          | Heen      | E    | -         | 17  | 3    | 5   | 6         | -    | 25    | 29   | -         | 13   | 4     | 9          | 5    | 0,033 |      |             |
| Zwanenbloem             | <i>Butomus umbellatus</i>               | Zwanenbl  | E    | -         | -   | 3    | 18  | 11        | 5    | 25    | -    | 10        | -    | 10    | 9          | 10   | 0,064 |      |             |
| Hennegras               | <i>Calamagrostis canescens</i>          | Hennegra  | O    | -         | -   | 3    | -   | 3         | -    | -     | -    | 5         | -    | 2     | 3          | 2    | 0,007 |      |             |
| (Gewoon) sterrenkroos   | <i>Callitriche cf. platycarpa</i>       | (Gw)Ster  | S    | 100       | 83  | 35   | 58  | 29        | 42   | 75    | 29   | 24        | 88   | 41    | 34         | 42   | 1,660 |      |             |
| Gewone dotterbloem      | <i>Caltha palustris ssp. palustris</i>  | Gw.Dotte  | O    | -         | -   | 3    | -   | 3         | -    | -     | -    | 24        | -    | 2     | 16         | 4    | 0,027 |      |             |
| Haagwinde               | <i>Calystegia sepium</i>                | Haagwind  | O    | -         | -   | 26   | 25  | 43        | 16   | 25    | 14   | 24        | -    | 28    | 25         | 26   | 0,097 |      |             |
| Pinksterbloem           | <i>Cardamine pratensis</i>              | Pinkster  | O    | -         | 33  | 26   | 20  | 11        | 16   | 25    | 29   | 14        | 25   | 19    | 19         | 19   | 0,033 |      |             |
| Scherpe zegge           | <i>Carex acuta</i>                      | ScheZegg  | E    | -         | 17  | 53   | 58  | 69        | 68   | 50    | 29   | 38        | 13   | 60    | 41         | 54   | 0,510 |      |             |
| Moeraszegge             | <i>Carex acutiformis</i>                | M.zegge   | E    | -         | -   | 9    | 20  | 14        | 16   | 25    | 14   | 48        | -    | 15    | 38         | 18   | 0,186 |      |             |
| Tweerijsse zegge        | <i>Carex disticha</i>                   | TweeZegg  | O    | -         | 17  | 15   | 8   | 6         | -    | 50    | -    | -         | 13   | 8     | 6          | 7    | 0,012 |      |             |
| Stijve zegge            | <i>Carex elata</i>                      | StijZegg  | E    | -         | -   | -    | -   | -         | 5    | -     | 14   | 19        | -    | 1     | 16         | 4    | 0,015 |      |             |
| Valse voszegge          | <i>Carex otrubae</i>                    | ValsVosz  | O    | -         | -   | 12   | 15  | 29        | 26   | 25    | 14   | -         | -    | 19    | 9          | 16   | 0,045 |      |             |
| Pluimzegge              | <i>Carex paniculata</i>                 | Pluimzeg  | E    | -         | -   | -    | 3   | 6         | -    | -     | -    | 29        | -    | 2     | 19         | 5    | 0,334 |      |             |
| Hoge cyperzegge         | <i>Carex pseudocyperus</i>              | HogeCype  | E    | -         | 17  | 9    | 33  | 20        | 11   | 75    | 14   | 33        | 13   | 20    | 34         | 22   | 0,101 |      |             |
| Ijle zegge              | <i>Carex remota</i>                     | IjleZegg  | O    | -         | -   | -    | 3   | 6         | -    | -     | -    | -         | -    | 2     | -          | 2    | 0,003 |      |             |
| Oeverzegge              | <i>Carex riparia</i>                    | Oeverzeg  | E    | -         | -   | 6    | 8   | 9         | 11   | -     | 29   | 38        | -    | 8     | 31         | 12   | 0,071 |      |             |
| Blaaszegge              | <i>Carex vesicaria</i>                  | Blaaszeg  | E    | -         | -   | -    | -   | 3         | -    | -     | -    | -         | -    | 1     | -          | 1    | 0,000 |      |             |
| Grof hooiblad           | <i>Ceratophyllum demersum</i>           | GroftHoor | S    | -         | 17  | 56   | 58  | 31        | 37   | 75    | 71   | 48        | 13   | 47    | 56         | 47   | 2,593 |      |             |
| Kransblad               | <i>Chara spec.</i>                      | Kransbla  | S    | -         | -   | 3    | 13  | -         | -    | -     | -    | -         | -    | 5     | -          | 4    | 0,049 |      |             |
| Gewoon kransblad        | <i>Chara vulgaris</i>                   | Gw.Krans  | S    | -         | -   | -    | 8   | -         | -    | -     | -    | -         | -    | 2     | -          | 2    | 0,021 |      |             |
| Ganzevoet               | <i>Chenopodium spec.</i>                | Ganzevoe  | L    | -         | -   | -    | -   | -         | 5    | -     | -    | -         | -    | 1     | -          | 1    | 0,006 |      |             |
| Waterscheerling         | <i>Cicuta virosa</i>                    | W.scheer  | E    | -         | -   | -    | -   | 3         | -    | -     | -    | 5         | -    | 1     | 3          | 1    | 0,007 |      |             |
| Kale jonker             | <i>Cirsium palustre</i>                 | KaleJonk  | O    | -         | -   | -    | -   | -         | -    | -     | -    | 5         | -    | -     | 3          | 1    | 0,006 |      |             |
| Ruwe smele              | <i>Deschampsia cespitosa</i>            | RuweSmel  | L    | -         | 17  | -    | -   | 3         | -    | -     | -    | -         | 13   | 1     | -          | 1    | 0,005 |      |             |
| Smalle stekelvaren      | <i>Dryopteris carthusiana</i>           | SmalStek  | L    | -         | -   | -    | -   | -         | -    | -     | -    | 5         | -    | -     | 3          | 1    | 0,006 |      |             |
| Naaldwaterbies          | <i>Eleocharis acicularis</i>            | Naaldwat  | S    | -         | 17  | 3    | 3   | -         | -    | -     | -    | -         | 13   | 2     | -          | 2    | 0,056 |      |             |
| Gewone waterbies        | <i>Eleocharis palustris</i>             | Gw.W.bie  | E    | -         | -   | 12   | 5   | 3         | 5    | -     | -    | -         | -    | 6     | -          | 5    | 0,026 |      |             |
| Smalle waterpest        | <i>Elodea nuttallii</i>                 | SmaW.pes  | S    | 50        | 67  | 71   | 65  | 43        | 32   | 75    | 14   | 14        | 63   | 55    | 25         | 49   | 6,572 |      |             |
| Darmwier                | <i>Enteromorpha spec.</i>               | Darmwier  | F    | -         | -   | 18   | 30  | 14        | 11   | 25    | -    | -         | -    | 20    | 3          | 15   | 0,504 |      |             |
| Bekliede basterdwederik | <i>Epilobium ciliatum</i>               | BeklBast  | O    | -         | 17  | 3    | -   | 6         | -    | -     | 14   | -         | 13   | 2     | 3          | 3    | 0,009 |      |             |
| Harig wilgenroosje      | <i>Epilobium hirsutum</i>               | HariWilg  | O    | -         | 33  | 24   | 35  | 57        | 58   | 75    | 14   | 43        | 25   | 41    | 41         | 40   | 0,195 |      |             |
| Viltige basterdwederik  | <i>Epilobium parviflorum</i>            | ViltBast  | O    | -         | -   | 3    | 8   | 3         | 5    | -     | 29   | 14        | -    | 5     | 16         | 7    | 0,026 |      |             |
| Holpijp                 | <i>Equisetum fluviatile</i>             | Holpijp   | E    | -         | -   | 6    | 3   | -         | -    | 14    | 5    | -         | -    | 2     | 6          | 3    | 0,038 |      |             |
| Lidrus                  | <i>Equisetum palustre</i>               | Lidrus    | E    | -         | -   | 21   | 30  | 23        | -    | -     | 43   | 10        | -    | 21    | 16         | 19   | 0,150 |      |             |
| Koninginnenkruid        | <i>Eupatorium cannabinum</i>            | Koningin  | O    | -         | 17  | -    | 3   | 3         | 11   | -     | -    | 33        | 13   | 3     | 22         | 7    | 0,103 |      |             |
| Heksenmelk              | <i>Euphorbia esula</i>                  | Heksenme  | L    | -         | -   | -    | -   | 3         | -    | -     | -    | -         | -    | 1     | -          | 1    | 0,000 |      |             |
| Rietzwenkgras           | <i>Festuca arundinacea</i>              | Rietzwen  | O    | -         | -   | -    | 3   | 6         | 5    | -     | -    | -         | -    | 3     | -          | 2    | 0,005 |      |             |
| Moerasspirea            | <i>Filipendula ulmaria</i>              | M.spirea  | O    | -         | -   | 38   | 40  | 31        | 26   | 50    | 29   | 33        | -    | 35    | 34         | 33   | 0,090 |      |             |
| Flab overig             | Flab indet.                             | FlabOver  | F    | 50        | 33  | 53   | 58  | 17        | 21   | 100   | 29   | 14        | 38   | 39    | 31         | 38   | 7,085 |      |             |
| Es                      | <i>Fraxinus excelsior</i>               | Es        | L    | -         | -   | -    | 5   | 3         | 5    | -     | 14   | 5         | -    | 3     | 6          | 4    | 0,012 |      |             |
| Kleefkruid              | <i>Galium aparine</i>                   | Kleefkru  | L    | -         | -   | 12   | 10  | 17        | 11   | 50    | -    | 5         | -    | 13    | 9          | 11   | 0,060 |      |             |
| Mannagras               | <i>Glyceria fluitans</i>                | Mannagra  | N    | 100       | 50  | 18   | 25  | 14        | 16   | 25    | 14   | 5         | 63   | 19    | 9          | 19   | 0,458 |      |             |
| Liesgras                | <i>Glyceria maxima</i>                  | Liesgras  | E    | -         | 83  | 85   | 88  | 71        | 63   | 75    | 86   | 52        | 63   | 78    | 66         | 75   | 1,979 |      |             |
| Moerasdroogbloem        | <i>Gnaphalium uliginosum</i>            | M.droogb  | O    | -         | 17  | -    | 3   | -         | -    | -     | -    | -         | 13   | 1     | -          | 1    | 0,037 |      |             |
| Paarbladig fonteinkruid | <i>Groenlandia densa</i>                | PaarFont  | S    | -         | -   | 3    | -   | -         | -    | -     | -    | -         | -    | -     | 3          | 1    | 0,011 |      |             |
| Lidsteng                | <i>Hippuris vulgaris</i>                | Lidsteng  | E    | 50        | -   | -    | -   | -         | -    | -     | -    | -         | 13   | -     | -          | 1    | 0,001 |      |             |
| Waterviolier            | <i>Hottonia palustris</i>               | W.volie   | E    | -         | -   | 3    | -   | -         | -    | -     | -    | -         | -    | 1     | -          | 1    | 0,082 |      |             |
| Kikkerbeet              | <i>Hydrocharis morsus-ranae</i>         | Kikkerbe  | N    | -         | -   | 29   | 43  | 17        | 16   | 75    | 57   | 24        | -    | 28    | 38         | 29   | 0,397 |      |             |
| Grote watermavel        | <i>Hydrocotyle ranunculoides</i>        | Gr.W.nav  | N    | -         | -   | 3    | -   | -         | -    | -     | 14   | 24        | -    | 1     | 19         | 4    | 0,025 |      |             |
| Gewone watermavel       | <i>Hydrocotyle vulgaris</i>             | Gw.W.nav  | O    | -         | 17  | -    | -   | -         | -    | -     | -    | -         | 13   | -     | -          | 1    | 0,001 |      |             |
| Gele lis                | <i>Iris pseudacorus</i>                 | GeleLis   | O    | 50        | 33  | 35   | 68  | 57        | 68   | 75    | 71   | 76        | 38   | 55    | 78         | 59   | 0,347 |      |             |
| Zomprus                 | <i>Juncus articulatus</i>               | Zomprus   | O    | -         | 33  | 3    | 5   | 9         | -    | -     | -    | 10        | 25   | 5     | 6          | 6    | 0,025 |      |             |
| Greppelrus              | <i>Juncus bufonius</i>                  | Greppelr  | O    | -         | 33  | 3    | 5   | -         | -    | -     | -    | 5         | 25   | 2     | 3          | 4    | 0,019 |      |             |
| Platte rus              | <i>Juncus compressus</i>                | PlatRus   | O    | -         | -   | 3    | 3   | 6         | 11   | -     | -    | -         | -    | 5     | -          | 4    | 0,011 |      |             |
| Pitrus                  | <i>Juncus effusus</i>                   | Pitrus    | O    | -         | 67  | 29   | 38  | 20        | 26   | 50    | 57   | 5         | 50   | 29    | 22         | 29   | 0,098 |      |             |
| Zeegroene rus           | <i>Juncus inflexus</i>                  | ZeegRus   | L    | -         | 17  | 12   | 5   | 17        | 32   | -     | -    | -         | 13   | 14    | -          | 11   | 0,027 |      |             |
| Paddenrus               | <i>Juncus subnodulosus</i>              | Paddenru  | O    | -         | -   | -    | -   | 3         | -    | -     | -    | -         | -    | 1     | -          | 1    | 0,006 |      |             |
| Tengere rus             | <i>Juncus tenuis</i>                    | TengRus   | O    | -         | 17  | -    | -   | -         | -    | -     | -    | -         | 13   | -     | -          | 1    | 0,000 |      |             |
| Gemengd kroos           | <i>Lemna gibba, L. minor, L. minuta</i> | GemeKroo  | K    | -         | 83  | 91   | 80  | 69        | 53   | 100   | 86   | 86        | 63   | 76    | 88         | 77   | 3,330 |      |             |
| Puntkroos               | <i>Lemna trisulca</i>                   | Puntkroo  | S    | -         | -   | 15   | 13  | 11        | 11   | 100   | 71   | 48        | -    | 13    | 59         | 21   | 0,648 |      |             |
| Moerasrolklaver         | <i>Lotus pedunculatus</i>               | M.rolkla  | O    | -         | 50  | 9    | 10  | -         | -    | -     | -    | -         | 38   | 5     | -          | 6    | 0,026 |      |             |
| Echte koekoeksbloem     | <i>Lychnis flos-cuculi</i>              | EchtKoek  | L    | -         | -   | 6    | -   | 3         | -    | -     | -    | -         | -    | 2     | -          | 2    | 0,005 |      |             |
| Wolfspoot               | <i>Lycopus europaeus</i>                | Wolfspoo  | O    | -         | 33  | 21   | 45  | 46        | 63   | 75    | 71   | 62        | 25   | 41    | 66         | 45   | 0,193 |      |             |
| Penningkruid            | <i>Lysimachia nummularia</i>            | Penningk  | O    | -         | 17  | 18   | 5   | 9         | 5    | -     | -    | -         | 13   | 9     | -          | 8    | 0,030 |      |             |
| Grote wederik           | <i>Lysimachia vulgaris</i>              | Gr.Weder  | O    | -         | 17  | 3    | 8   | 6         | 11   | -     | -    | 5         | 13   | 6     | 3          | 6    | 0,022 |      |             |
| Waterpostelein          | <i>Lythrum portula</i>                  | W.postel  | O    | -         | 17  | 3    | 3   | -         | -    | -     | -    | -         | 13   | 2     | -          | 2    | 0,041 |      |             |
| Grote kattenstaart      | <i>Lythrum salicaria</i>                | Gr.Katte  | O    | 50        | 33  | 32   | 15  | 43        | 37   | 25    | 43   | 52        | 38   | 30    | 47         | 34   | 0,124 |      |             |

| Soort                     | Wetenschappelijke naam                       | Afkorting | Laag | zandgrond |     | kleigrond |      |      |       | veengrond |      |      |       | alle typen |      |      |       | gem. |    |     |     |
|---------------------------|----------------------------------------------|-----------|------|-----------|-----|-----------|------|------|-------|-----------|------|------|-------|------------|------|------|-------|------|----|-----|-----|
|                           |                                              |           |      | nl        | be- | slo-      | slo- | smal | breed | Lin-      | slo- | smal | breed | zand       | klei | veen | alle  | gem. |    |     |     |
|                           |                                              |           |      |           | ten | ten       | kan. | kan. | ge    | ten       | kan. | kan. |       |            |      |      |       |      |    |     |     |
|                           |                                              |           |      |           | 2   | 5         | 30   | 36   | 31    | 18        | 4    | 7    | 20    |            |      |      |       |      | 7  | 115 | 31  |
|                           |                                              |           |      |           |     |           |      |      |       |           |      |      |       |            |      |      | 8     | 128  | 32 | 168 | 158 |
| Watermunt                 | <i>Mentha aquatica</i>                       | W.munt    | O    | 50        | -   | 3         | 8    | 20   | 42    | -         | 14   | 24   | 13    | 15         | 19   | 15   | 0,094 |      |    |     |     |
| Moerasvergeet-mij-nietje  | <i>Myosotis scorpioides</i>                  | M.vergee  | O    | 50        | 67  | 21        | 30   | 40   | 42    | -         | 43   | 43   | 63    | 32         | 38   | 35   | 0,194 |      |    |     |     |
| Parelvederkruid           | <i>Myriophyllum aquaticum</i>                | Parelv    | S    | -         | -   | -         | 3    | -    | -     | -         | -    | -    | -     | 1          | -    | 1    | 0,012 |      |    |     |     |
| Aarvederkruid             | <i>Myriophyllum spicatum</i>                 | Aarveder  | S    | -         | -   | 9         | 13   | -    | -     | -         | -    | -    | -     | 6          | -    | 5    | 0,220 |      |    |     |     |
| Buigzaam glanswier        | <i>Nitella flexilis</i>                      | BuigGlan  | S    | -         | -   | -         | -    | -    | 5     | -         | -    | -    | -     | 1          | -    | 1    | 0,046 |      |    |     |     |
| Gele plomp                | <i>Nuphar lutea</i>                          | GelePlom  | N    | -         | 17  | 26        | 53   | 60   | 84    | 75        | 86   | 95   | 13    | 52         | 94   | 58   | 4,648 |      |    |     |     |
| Witte waterlelie          | <i>Nymphaea alba</i>                         | WitW.llel | N    | -         | -   | -         | 8    | 3    | 11    | 50        | 14   | 52   | -     | 5          | 44   | 12   | 0,569 |      |    |     |     |
| Watergentiaan             | <i>Nymphaoides peltata</i>                   | W.gentia  | N    | -         | -   | 9         | 5    | 9    | -     | -         | -    | 5    | -     | 6          | 3    | 5    | 0,200 |      |    |     |     |
| Watertorkruid             | <i>Oenanthe aquatica</i>                     | W.torkru  | E    | -         | -   | -         | -    | -    | 5     | -         | 14   | 5    | -     | 1          | 6    | 2    | 0,001 |      |    |     |     |
| Veenwortel                | <i>Persicaria amphibia</i>                   | Veenwort  | N    | 50        | 33  | 62        | 58   | 43   | 37    | 50        | 57   | 14   | 38    | 52         | 28   | 46   | 0,390 |      |    |     |     |
| Waterpeper                | <i>Persicaria hydropiper</i>                 | W.peper   | E    | -         | 33  | 6         | 10   | 3    | 16    | -         | 29   | 10   | 25    | 8          | 13   | 10   | 0,032 |      |    |     |     |
| Beklierde duizendknoop    | <i>Persicaria lapathifolia</i>               | BeklDuiz  | L    | -         | 33  | -         | 3    | 3    | -     | -         | -    | -    | 25    | 2          | -    | 2    | 0,007 |      |    |     |     |
| Groot hoeftblad           | <i>Petasites hybridus</i>                    | Gr.Hoeftb | O    | -         | -   | -         | 3    | -    | -     | -         | -    | -    | -     | 1          | -    | 1    | 0,000 |      |    |     |     |
| Melkeppe                  | <i>Peucedanum palustre</i>                   | Melkeppe  | O    | -         | -   | 3         | 3    | 3    | -     | 25        | -    | 24   | -     | 2          | 19   | 5    | 0,045 |      |    |     |     |
| Rietgras                  | <i>Phalaris arundinacea</i>                  | Rietgras  | O    | -         | 83  | 62        | 68   | 40   | 37    | 75        | 57   | 5    | 63    | 53         | 28   | 49   | 0,351 |      |    |     |     |
| Riet                      | <i>Phragmites australis</i>                  | Riet      | E    | -         | 33  | 32        | 35   | 74   | 53    | 25        | 57   | 95   | 25    | 48         | 78   | 52   | 3,279 |      |    |     |     |
| Gekroesd fonteinkruid     | <i>Potamogeton crispus</i>                   | GekrFont  | S    | -         | -   | 12        | 3    | 6    | 5     | -         | -    | -    | -     | 6          | -    | 5    | 0,135 |      |    |     |     |
| Glanzig fonteinkruid      | <i>Potamogeton lucens</i>                    | GlanFont  | S    | -         | -   | 24        | 5    | 3    | -     | -         | -    | -    | -     | 9          | -    | 7    | 0,161 |      |    |     |     |
| Puntig fonteinkruid       | <i>Potamogeton mucronatus</i>                | PuntFont  | S    | -         | -   | 3         | 3    | -    | -     | -         | -    | -    | -     | 2          | -    | 1    | 0,011 |      |    |     |     |
| Drijvend fonteinkruid     | <i>Potamogeton natans</i>                    | DrijFont  | N    | -         | 17  | -         | -    | -    | -     | -         | -    | -    | 13    | -          | -    | 1    | 0,011 |      |    |     |     |
| Rivierfonteinkruid        | <i>Potamogeton nodosus</i>                   | RivirFont | N    | -         | -   | 12        | 8    | 6    | 11    | -         | -    | -    | -     | 9          | -    | 7    | 0,083 |      |    |     |     |
| Stomp fonteinkruid        | <i>Potamogeton obtusifolius</i>              | StomFont  | S    | -         | -   | -         | 3    | -    | -     | -         | -    | 10   | -     | 1          | 6    | 2    | 0,102 |      |    |     |     |
| Schedefonteinkruid        | <i>Potamogeton pectinatus</i>                | Schedefo  | S    | -         | 17  | 18        | 33   | 17   | 21    | 50        | 57   | -    | 13    | 23         | 19   | 21   | 1,513 |      |    |     |     |
| Doorgroeid fonteinkruid   | <i>Potamogeton perfoliatus</i>               | DoorFont  | S    | -         | -   | 9         | 8    | -    | 5     | -         | -    | -    | -     | 5          | -    | 4    | 0,052 |      |    |     |     |
| Tenger fonteinkruid       | <i>Potamogeton pusillus</i>                  | TengFont  | S    | -         | 17  | 12        | 15   | -    | -     | -         | -    | 5    | 13    | 8          | 3    | 7    | 0,140 |      |    |     |     |
| Haarfonteinkruid          | <i>Potamogeton trichoides</i>                | HaarFont  | S    | -         | -   | 24        | 20   | 3    | -     | -         | 14   | -    | -     | 13         | 3    | 11   | 0,283 |      |    |     |     |
| Zilverschoon              | <i>Potentilla anserina</i>                   | Zilversc  | L    | -         | -   | 3         | -    | -    | 11    | -         | -    | -    | -     | 2          | -    | 2    | 0,001 |      |    |     |     |
| Wateraardbei              | <i>Potentilla palustris</i>                  | W.aardbe  | E    | 50        | -   | -         | -    | -    | -     | -         | -    | -    | 13    | -          | -    | 1    | 0,001 |      |    |     |     |
| Heelblaadjes              | <i>Pulicaria dysenterica</i>                 | Heelblaa  | L    | -         | -   | -         | 3    | -    | 5     | -         | -    | -    | -     | 2          | -    | 1    | 0,002 |      |    |     |     |
| Fijne watteranonkel       | <i>Ranunculus aquatilis</i>                  | Fijw.ran  | S    | -         | -   | -         | -    | 3    | -     | -         | -    | -    | -     | 1          | -    | 1    | 0,012 |      |    |     |     |
| Stijve watteranonkel      | <i>Ranunculus circinatus</i>                 | StiW.ran  | S    | -         | -   | -         | 5    | -    | -     | -         | -    | -    | -     | 2          | -    | 1    | 0,012 |      |    |     |     |
| Egelboterbloem            | <i>Ranunculus flammula</i>                   | Egelbote  | O    | -         | 33  | 3         | 8    | -    | -     | -         | -    | -    | 25    | 3          | -    | 4    | 0,005 |      |    |     |     |
| Blaartrekkende boterbloem | <i>Ranunculus sceleratus</i>                 | BlaaBote  | O    | -         | -   | -         | 10   | 9    | 5     | -         | 14   | 24   | -     | 6          | 19   | 8    | 0,113 |      |    |     |     |
| Gewoon watervorkje        | <i>Riccia fluitans</i>                       | Gw.W.vor  | K    | -         | 17  | 6         | 13   | 6    | -     | 25        | 14   | 10   | 13    | 7          | 13   | 8    | 0,183 |      |    |     |     |
| Gele waterkers            | <i>Rorippa amphibia</i>                      | GelW.ker  | O    | -         | -   | 6         | 3    | 31   | 42    | 25        | 43   | 71   | -     | 17         | 59   | 24   | 0,290 |      |    |     |     |
| Slanke waterkers          | <i>Rorippa microphylla</i>                   | SlawW.ker | O    | 50        | -   | 6         | 15   | 17   | 26    | -         | 14   | -    | 13    | 15         | 3    | 13   | 0,114 |      |    |     |     |
| Moeraskers                | <i>Rorippa palustris</i>                     | M.kers    | O    | -         | -   | -         | -    | -    | 5     | -         | -    | -    | -     | 1          | -    | 1    | 0,000 |      |    |     |     |
| Akkerkers                 | <i>Rorippa sylvestris</i>                    | Akkerker  | L    | -         | 33  | 3         | 8    | -    | 5     | -         | -    | 10   | 25    | 4          | 6    | 5    | 0,037 |      |    |     |     |
| Waterzuring               | <i>Rumex hydrolapathum</i>                   | W.zuring  | O    | -         | 17  | 21        | 53   | 54   | 68    | 75        | 71   | 57   | 13    | 47         | 63   | 48   | 0,282 |      |    |     |     |
| Moeraszuring              | <i>Rumex palustris</i>                       | M.zuring  | O    | -         | -   | 3         | -    | -    | -     | -         | -    | -    | -     | 1          | -    | 1    | 0,001 |      |    |     |     |
| Pijlkruid                 | <i>Sagittaria sagittifolia</i>               | Pijlkrui  | E    | -         | -   | 38        | 45   | 14   | 16    | -         | 29   | 5    | -     | 30         | 9    | 25   | 0,387 |      |    |     |     |
| Schietwilg                | <i>Salix alba</i>                            | Schietwi  | L    | -         | 33  | 3         | 3    | 11   | 16    | -         | 14   | 29   | 25    | 7          | 22   | 11   | 0,285 |      |    |     |     |
| Boswilg                   | <i>Salix caprea</i>                          | Boswilg   | L    | -         | -   | -         | 13   | 6    | -     | -         | -    | 5    | -     | 5          | 3    | 5    | 0,015 |      |    |     |     |
| Grauwe wilg               | <i>Salix cinerea</i>                         | GrauWilg  | L    | -         | 17  | -         | -    | 6    | -     | 25        | -    | 10   | 13    | 2          | 9    | 4    | 0,210 |      |    |     |     |
| Wilg                      | <i>Salix spec.</i>                           | Wilg      | L    | -         | -   | 3         | 3    | 6    | 16    | -         | 14   | 5    | -     | 5          | 6    | 5    | 0,017 |      |    |     |     |
| Amandelwilg               | <i>Salix triandra</i>                        | Amandelw  | L    | -         | -   | -         | -    | 3    | -     | -         | -    | -    | -     | 1          | -    | 1    | 0,001 |      |    |     |     |
| Katwilg                   | <i>Salix viminalis</i>                       | Katwilg   | L    | -         | -   | -         | 8    | 6    | -     | 50        | -    | 14   | -     | 4          | 16   | 6    | 0,071 |      |    |     |     |
| Gewone vlier              | <i>Sambucus nigra</i>                        | Gw.Vlier  | L    | -         | -   | 3         | -    | 3    | -     | -         | -    | -    | -     | 2          | -    | 1    | 0,000 |      |    |     |     |
| Mattenbies                | <i>Schoenoplectus lacustris</i>              | Mattenbi  | E    | -         | -   | -         | -    | 6    | 11    | -         | -    | 5    | -     | 3          | 3    | 3    | 0,032 |      |    |     |     |
| Bosbies                   | <i>Scirpus sylvaticus</i>                    | Bosbies   | O    | -         | -   | 3         | -    | -    | -     | -         | -    | -    | -     | -          | 3    | 1    | 0,001 |      |    |     |     |
| Helmkruid                 | <i>Scrophularia spec.</i>                    | Helmkrui  | L    | -         | -   | 6         | -    | -    | -     | -         | -    | 5    | -     | 2          | 3    | 2    | 0,002 |      |    |     |     |
| Blauw gliedkruid          | <i>Scutellaria galericulata</i>              | BlauGlied | O    | -         | -   | 9         | 28   | 11   | 32    | 50        | 57   | 10   | -     | 19         | 25   | 19   | 0,061 |      |    |     |     |
| Grote watereppe           | <i>Sium latifolium</i>                       | Gr.W.epp  | E    | -         | -   | -         | 3    | 5    | 25    | -         | 25   | 5    | -     | 2          | 6    | 2    | 0,008 |      |    |     |     |
| Bitterzoet                | <i>Solanum dulcamara</i>                     | Bitterzo  | O    | -         | -   | -         | 5    | 17   | 32    | -         | 14   | 62   | -     | 11         | 44   | 17   | 0,150 |      |    |     |     |
| Canadese guldenroede      | <i>Solidago canadensis</i>                   | CanaGuld  | L    | -         | -   | -         | -    | -    | 5     | -         | -    | -    | -     | 1          | -    | 1    | 0,000 |      |    |     |     |
| Akkermelkdistel           | <i>Sonchus arvensis</i>                      | Akkermel  | O    | -         | -   | -         | -    | -    | 3     | -         | -    | -    | -     | 1          | -    | 1    | 0,001 |      |    |     |     |
| Gekroesde melkdistel      | <i>Sonchus asper</i>                         | GekrMelk  | L    | -         | -   | -         | -    | -    | 3     | -         | -    | -    | -     | 1          | -    | 1    | 0,001 |      |    |     |     |
| Moerasmelkdistel          | <i>Sonchus palustris</i>                     | M.melkdi  | O    | -         | -   | -         | -    | -    | -     | -         | -    | 14   | -     | -          | 9    | 2    | 0,018 |      |    |     |     |
| Melkdistel                | <i>Sonchus spec.</i>                         | Melkdist  | L    | -         | -   | -         | 3    | -    | -     | -         | -    | -    | -     | 1          | -    | 1    | 0,000 |      |    |     |     |
| Kleine egelskop           | <i>Sparganium emersum</i>                    | Kl.Egels  | E    | -         | 67  | 3         | 8    | 3    | 5     | -         | -    | -    | 50    | 5          | -    | 6    | 0,356 |      |    |     |     |
| Grote egelskop            | <i>Sparganium erectum</i>                    | Gr.Egels  | E    | 50        | 17  | 47        | 30   | 49   | 47    | 25        | 29   | 62   | 25    | 41         | 53   | 43   | 0,680 |      |    |     |     |
| Veelwortelig kroos        | <i>Spirodela polyrhiza</i>                   | VeelKroo  | K    | -         | 50  | 82        | 58   | 43   | 26    | 75        | 71   | 48   | 38    | 55         | 59   | 55   | 1,555 |      |    |     |     |
| Moerasandoorn             | <i>Stachys palustris</i>                     | M.andoor  | O    | -         | -   | 3         | 5    | 17   | 26    | -         | 43   | 67   | -     | 11         | 53   | 18   | 0,140 |      |    |     |     |
| Bosandoorn                | <i>Stachys sylvatica</i>                     | Bosandoo  | L    | -         | -   | -         | -    | 3    | -     | -         | -    | -    | -     | 1          | -    | 1    | 0,000 |      |    |     |     |
| Krabbenscheer             | <i>Stratiotes aloides</i>                    | Krabbens  | N    | -         | -   | -         | -    | -    | -     | -         | -    | 19   | -     | -          | 13   | 2    | 0,036 |      |    |     |     |
| Gewone smeewortel         | <i>Symphytum officinale</i>                  | Gw.Smeer  | O    | -         | 33  | 41        | 43   | 34   | 16    | 50        | 43   | 19   | 25    | 35         | 31   | 34   | 0,053 |      |    |     |     |
| Poelruit                  | <i>Thalictrum flavum</i>                     | Poelruit  | O    | -         | -   | 6         | -    | 9    | -     | -         | -    | -    | -     | 4          | -    | 3    | 0,001 |      |    |     |     |
| Kleine lisdodde           | <i>Typha angustifolia</i>                    | Kl.Lisdo  | E    | -         | -   | -         | -    | 14   | 21    | -         | -    | 48   | -     | 7          | 31   | 11   | 0,270 |      |    |     |     |
| Grote lisdodde            | <i>Typha latifolia</i>                       | Gr.Lisdo  | E    | -         | 33  | -         | 15   | 20   | 21    | 25        | -    | 43   | 25    | 13         | 31   | 17   | 0,138 |      |    |     |     |
| Ruwe iep                  | <i>Ulmus glabra</i>                          | Ruwelep   | L    | -         | -   | 3         | -    | -    | -     | -         | -    | -    | -     | 1          | -    | 1    | 0,000 |      |    |     |     |
| Iep                       | <i>Ulmus spec.</i>                           | Iep       | L    | -         | -   | -         | 3    | -    | -     | -         | -    | -    | -     | 1          | -    | 1    | 0,000 |      |    |     |     |
| Grote brandnetel          | <i>Urtica dioica</i>                         | Gr.Brand  | O    | 50        | 33  | 47        | 48   | 49   | 26    | 25        | 57   | 24   | 38    | 44         | 34   | 42   | 0,187 |      |    |     |     |
| Groot blaasjeskruid       | <i>Utricularia vulgaris</i>                  | Gr.Blaas  | S    | -         | -   | 9         | 10   | 9    | -     | 25        | 14   | 29   | -     | 8          | 25   | 11   | 0,230 |      |    |     |     |
| Echte valeriaan           | <i>Valeriana officinalis</i>                 | EchtVale  | O    | -         | -   | 44        | 30   | 43   | 32    | 50        | -    | 14   | -     | 37         | 19   | 32   | 0,113 |      |    |     |     |
| Beekpunge                 | <i>Veronica beccabunga</i>                   | Beekpung  | O    | 100       | -   | 6         | 13   | 9    | 11    | 25        | -    | 10   | 25    | 9          | 9    | 10   | 0,045 |      |    |     |     |
| Rode waterereprijs        | <i>Veronica catenata</i>                     | RodW.ere  | O    | -         | -   | 6         | 5    | 3    | 21    | -         | -    | 5    | -     | 7          | 3    | 6    | 0,034 |      |    |     |     |
| Wortelloos kroos          | <i>Wolffia arrhiza</i>                       | WortKroo  | K    | -         | -   | -         | -    | -    | -     | -         | 29   | -    | -     | -          | 6    | 1    | 0,024 |      |    |     |     |
| Zittende zannichellia     | <i>Zannichellia palustris ssp. palustris</i> | ZittZann  | S    | -         | -   | 6         | 5    | -    | -     | -         | 14   | -    | -     | 2          | 6    | 3    | 0,186 |      |    |     |     |

## Bijlage 6.2 Relatie groeivormen en onderhoud

Aantal opnamen per onderhoudsvorm en watertype en gemiddelde bedekkingspercentages van de verschillende groeivormen daarin. Afv. = maaikorf en afvoeren, mak = maaikorf en klepelen en niet afvoeren, nvm = natuurvriendelijk, maaien en afvoeren, var = varen en niet afvoeren, vkl = varen en klepelen en niet afvoeren.

|                    | aantal opnamen |     |     |     |     |        | submers |     |     |     |     |        | flab |     |     |     |     |        |    |    |
|--------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|--------|---------|-----|-----|-----|-----|--------|------|-----|-----|-----|-----|--------|----|----|
|                    | afv            | mak | nvm | var | vk1 | totaal | afv     | mak | nvm | var | vk1 | totaal | afv  | mak | nvm | var | vk1 | totaal |    |    |
| Beken              |                |     | 2   |     |     | 2      |         |     | 18  |     |     | 18     |      |     | 1   |     |     | 1      |    |    |
| Zandsloten         |                |     | 5   |     |     | 5      |         |     | 53  |     |     | 53     |      |     | 5   |     |     | 5      |    |    |
| Kleislotten        |                |     | 15  |     | 12  | 1      | 28      |     | 30  |     | 33  | 5      | 30   |     | 17  |     | 21  | 1      | 18 |    |
| Smalle kleikanalen | 1              |     | 8   |     | 26  | 1      | 36      | 70  | 32  |     | 13  | 1      | 19   | 1   | 27  |     | 8   | 1      | 12 |    |
| Brede kleikanalen  |                | 1   |     | 4   | 19  | 2      | 26      |     | 1   |     | 1   | 5      | 0    | 4   |     | 0   | 2   | 4      | 0  | 4  |
| Linge              |                |     |     | 1   | 9   |        | 10      |     |     | 10  |     | 9      |      | 9   |     | 80  |     | 1      |    | 9  |
| Veensloten         |                |     |     |     | 3   |        | 3       |     |     |     |     | 7      |      | 7   |     |     |     | 2      |    | 2  |
| Smalle veenkanalen |                |     |     |     | 3   |        | 3       |     |     |     |     | 9      |      | 9   |     |     |     | 5      |    | 5  |
| Brede veenkanalen  |                |     |     |     | 1   |        | 1       |     |     |     |     | 2      |      | 2   |     |     |     | 1      |    | 1  |
| Alle typen         | 1              | 31  |     | 5   | 73  | 4      | 114     | 70  | 32  |     | 2   | 13     | 2    | 18  | 1   | 16  | 18  | 8      | 1  | 10 |

|                    | kroos |     |     |     |     | drijfblad |     |     |     |     | emers |        |     |     |     |     |     |        |    |   |
|--------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|----|---|
|                    | afv   | mak | nvm | var | vk1 | totaal    | afv | mak | nvm | var | vk1   | totaal | afv | mak | nvm | var | vk1 | totaal |    |   |
| Beken              |       |     | 0   |     |     | 0         |     |     | 0   |     |       | 0      |     |     | 35  |     |     |        | 35 |   |
| Zandsloten         |       |     | 4   |     |     | 4         |     |     | 2   |     |       | 2      |     |     | 14  |     |     |        | 14 |   |
| Kleislotten        |       |     | 4   |     | 8   | 1         | 6   |     | 4   |     | 2     | 15     | 4   |     | 1   |     | 3   | 1      | 2  |   |
| Smalle kleikanalen | 1     |     | 2   |     | 2   | 1         | 2   | 1   | 6   |     | 5     | 1      | 5   | 1   | 4   |     | 2   | 1      | 2  |   |
| Brede kleikanalen  |       | 1   |     | 2   | 2   | 1         | 2   |     | 1   |     | 1     | 4      | 1   | 3   |     | 0   | 1   | 7      | 4  | 6 |
| Linge              |       |     |     | 15  | 3   |           | 4   |     |     | 2   | 2     |        | 2   |     |     |     | 1   | 2      |    | 2 |
| Veensloten         |       |     |     |     | 14  |           | 14  |     |     |     | 14    |        | 14  |     |     |     |     | 7      |    | 7 |
| Smalle veenkanalen |       |     |     |     | 6   |           | 6   |     |     |     | 2     |        | 2   |     |     |     |     | 1      |    | 1 |
| Brede veenkanalen  |       |     |     |     | 2   |           | 2   |     |     |     | 10    |        | 10  |     |     |     |     | 1      |    | 1 |
| Alle typen         | 1     | 3   |     | 4   | 4   | 1         | 3   | 1   | 4   |     | 1     | 4      | 4   | 4   | 1   | 6   | 1   | 4      | 3  | 4 |

|                    | oever |     |     |     |     | landplanten |     |     |     |     | alle groeivormen |        |     |     |     |     |     |        |    |    |
|--------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|-----|------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|----|----|
|                    | afv   | mak | nvm | var | vk1 | totaal      | afv | mak | nvm | var | vk1              | totaal | afv | mak | nvm | var | vk1 | totaal |    |    |
| Beken              |       |     | 2   |     |     | 2           |     |     | 0   |     |                  | 0      |     |     | 53  |     |     |        | 53 |    |
| Zandsloten         |       |     | 7   |     |     | 7           |     |     | 1   |     |                  | 1      |     |     | 79  |     |     |        | 79 |    |
| Kleislotten        |       |     | 1   |     | 2   | 1           | 1   |     | 0   |     | 0                | 0      | 0   |     | 57  |     | 66  | 23     | 60 |    |
| Smalle kleikanalen | 5     |     | 6   |     | 2   | 3           | 3   | 1   | 0   |     | 0                | 0      | 0   | 74  | 71  |     | 30  | 5      | 40 |    |
| Brede kleikanalen  |       | 1   |     | 4   | 5   | 0           | 4   |     | 0   |     | 1                | 1      | 0   | 1   |     | 3   | 5   | 22     | 6  | 18 |
| Linge              |       |     |     | 15  | 2   |             | 4   |     |     |     | 2                | 0      |     | 0   |     |     | 108 | 17     |    | 26 |
| Veensloten         |       |     |     |     | 1   |             | 1   |     |     |     | 0                |        | 0   |     |     |     |     | 45     |    | 45 |
| Smalle veenkanalen |       |     |     |     | 1   |             | 1   |     |     |     | 0                |        | 0   |     |     |     |     | 23     |    | 23 |
| Brede veenkanalen  |       |     |     |     | 0   |             | 0   |     |     |     | 0                |        | 0   |     |     |     |     | 16     |    | 16 |
| Alle typen         | 5     | 3   |     | 6   | 2   | 1           | 3   | 1   | 0   |     | 1                | 0      | 0   | 0   | 74  | 62  | 26  | 33     | 10 | 40 |

Aantal opnamen per onderhoudsfrequentieklasse (aantal malen per jaar) en watertype en gemiddelde bedekkingspercentages van de verschillende groeivormen daarin.

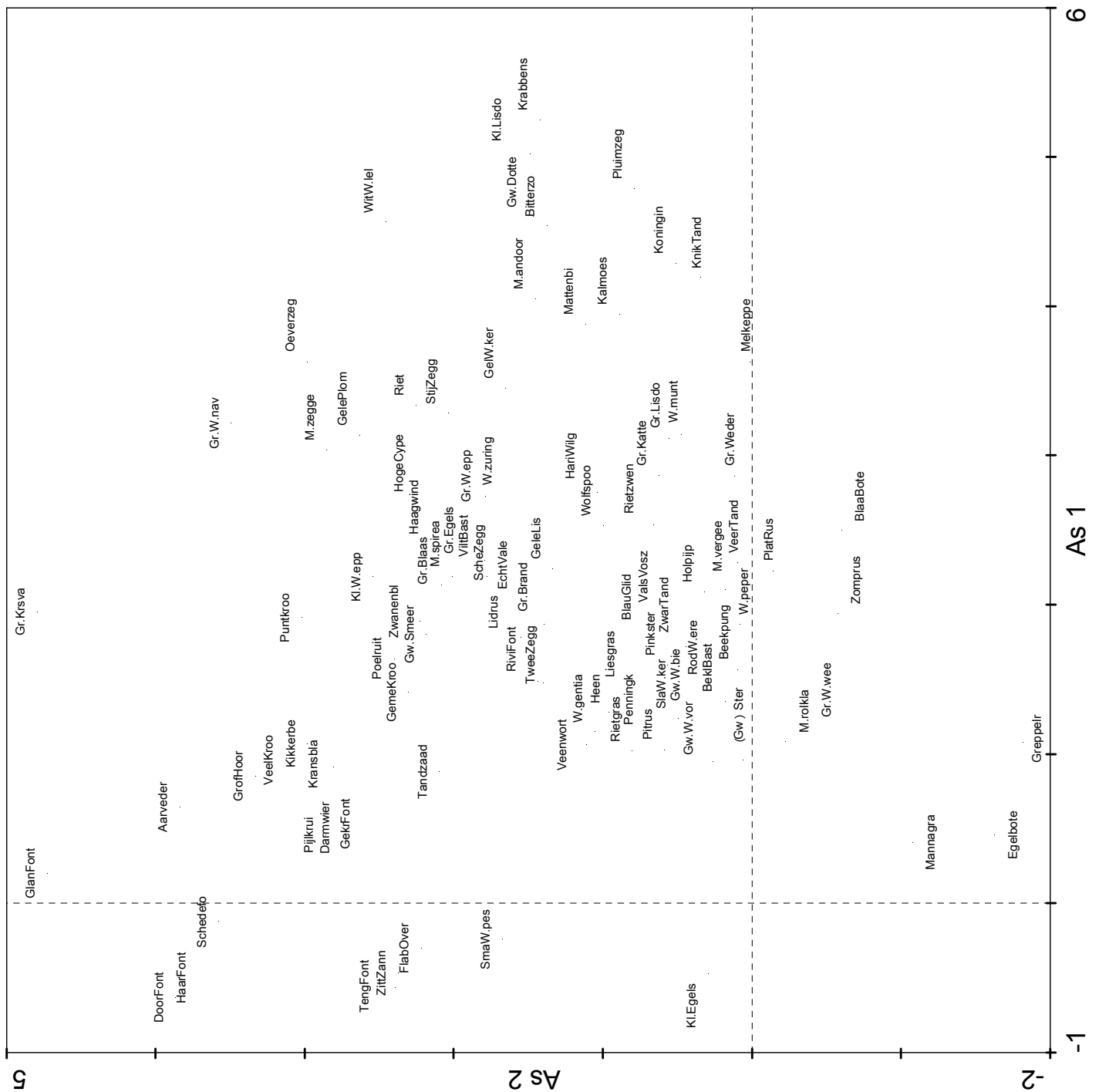
|                    | aantal opnamen |    |    |    |       | submers |    |    |    |       | flab |    |    |    |       |
|--------------------|----------------|----|----|----|-------|---------|----|----|----|-------|------|----|----|----|-------|
|                    | 1              | 2  | 3  | 5  | 1 - 5 | 1       | 2  | 3  | 5  | 1 - 5 | 1    | 2  | 3  | 5  | 1 - 5 |
| Beken              |                | 2  |    |    | 2     | 18      |    |    |    | 18    | 1    |    |    |    | 1     |
| Zandsloten         |                | 2  | 3  |    | 5     | 48      | 57 |    |    | 53    | 0    | 9  |    |    | 5     |
| Kleislotten        | 3              | 15 | 3  | 3  | 24    | 31      | 35 | 40 | 4  | 31    | 0    | 19 | 27 | 23 | 18    |
| Smalle kleikanalen |                | 21 | 3  | 5  | 29    |         | 19 | 37 | 18 | 20    |      | 12 | 27 | 8  | 13    |
| Brede kleikanalen  | 3              | 5  | 2  | 7  | 17    | 0       | 2  | 2  | 3  | 2     | 0    | 1  | 1  | 3  | 2     |
| Linge              |                | 2  |    |    | 2     |         | 13 |    |    | 13    |      | 0  |    |    | 0     |
| Smalle veenkanalen |                |    | 1  |    | 1     |         |    | 25 |    | 25    |      |    | 0  |    | 0     |
| Brede veenkanalen  |                |    | 1  |    | 1     |         |    | 2  |    | 2     |      |    | 1  |    | 1     |
| Alle typen         | 6              | 47 | 13 | 15 | 81    | 16      | 23 | 33 | 8  | 21    | 0    | 12 | 15 | 9  | 11    |

|                    | kroos |    |   |   |       | drijvend |   |    |    |       | emers |    |   |    |       |
|--------------------|-------|----|---|---|-------|----------|---|----|----|-------|-------|----|---|----|-------|
|                    | 1     | 2  | 3 | 5 | 1 - 5 | 1        | 2 | 3  | 5  | 1 - 5 | 1     | 2  | 3 | 5  | 1 - 5 |
| Beken              |       | 0  |   |   | 0     | 0        |   |    |    | 0     | 35    |    |   |    | 35    |
| Zandsloten         |       | 8  | 1 |   | 4     |          | 3 | 2  |    | 2     | 20    | 10 |   |    | 14    |
| Kleislotten        | 2     | 10 | 1 | 1 | 7     | 7        | 4 | 0  | 1  | 4     | 1     | 2  | 1 | 7  | 2     |
| Smalle kleikanalen |       | 2  | 3 | 0 | 2     |          | 4 | 1  | 15 | 6     |       | 2  | 3 | 1  | 2     |
| Brede kleikanalen  | 1     | 4  | 1 | 2 | 2     | 1        | 4 | 1  | 6  | 4     | 3     | 1  | 1 | 10 | 5     |
| Linge              |       | 2  |   |   | 2     |          | 2 |    |    | 2     |       | 6  |   |    | 6     |
| Smalle veenkanalen |       |    | 5 |   | 5     |          |   | 3  |    | 3     |       |    | 2 |    | 2     |
| Brede veenkanalen  |       |    | 2 |   | 2     |          |   | 10 |    | 10    |       |    | 1 |    | 1     |
| Alle typen         | 2     | 5  | 2 | 1 | 3     | 4        | 4 | 2  | 8  | 4     | 2     | 4  | 4 | 6  | 4     |

|                    | oever |   |   |   |       | landplanten |   |   |   |       | alle groeivormen |    |    |    |       |
|--------------------|-------|---|---|---|-------|-------------|---|---|---|-------|------------------|----|----|----|-------|
|                    | 1     | 2 | 3 | 5 | 1 - 5 | 1           | 2 | 3 | 5 | 1 - 5 | 1                | 2  | 3  | 5  | 1 - 5 |
| Beken              |       | 2 |   |   | 2     | 0           |   |   |   | 0     | 53               |    |    |    | 53    |
| Zandsloten         |       | 8 | 7 |   | 7     |             | 1 | 2 |   | 1     | 78               | 79 |    |    | 79    |
| Kleislotten        | 3     | 1 | 1 | 3 | 1     | 0           | 0 | 0 | 0 | 0     | 42               | 69 | 68 | 37 | 61    |
| Smalle kleikanalen |       | 3 | 2 | 1 | 3     |             | 0 | 0 | 0 | 0     |                  | 39 | 71 | 42 | 43    |
| Brede kleikanalen  | 0     | 4 | 1 | 3 | 3     | 0           | 0 | 0 | 1 | 1     | 5                | 13 | 6  | 24 | 15    |
| Linge              |       | 1 |   |   | 1     |             | 0 |   |   | 0     |                  | 22 |    |    | 22    |
| Smalle veenkanalen |       |   | 1 |   | 1     |             |   | 0 |   | 0     |                  |    | 35 |    | 35    |
| Brede veenkanalen  |       |   | 0 |   | 0     |             |   | 0 |   | 0     |                  |    | 16 |    | 16    |
| Alle typen         | 2     | 2 | 3 | 3 | 2     | 0           | 0 | 0 | 1 | 0     | 23               | 47 | 55 | 33 | 44    |

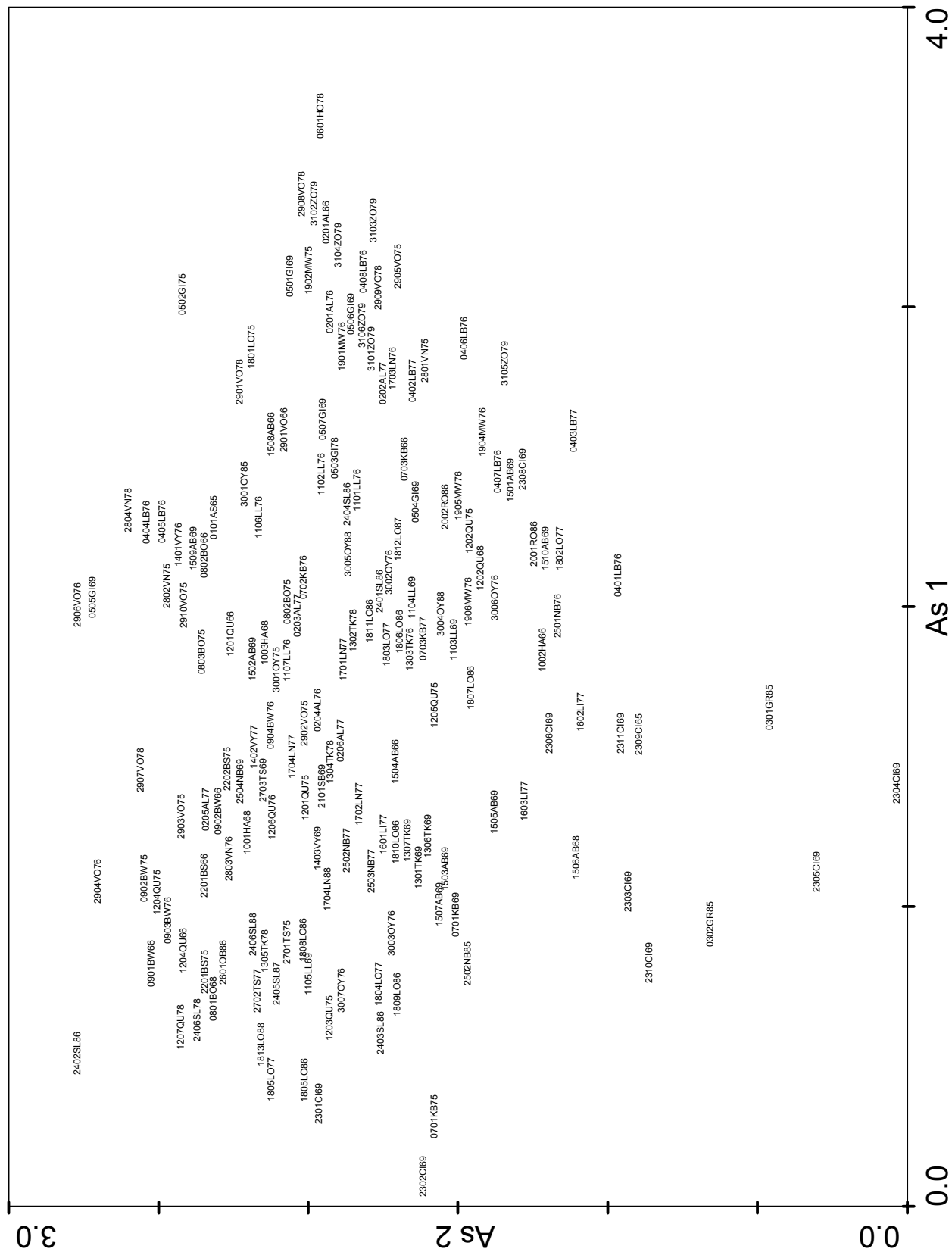
## **Bijlage 6.3    Scores soorten en opnamen ordinatie macrofyten**

Afkortingen volgens Bijlage 6.1



### Scores van de monsters op de eerste twee assen

De eerste zes karakters komen overeen met de afkorting van de locaties in Bijlage 2.1, het voorlaatste cijfer (6, 7 of 8) komt overeen met het jaar van bemonstering (2006, 2007, 2008) en het laatste cijfer is het volgnummer van de kalendermaand (enkele monsters uit oktober zijn tot de maand september gerekend).





## Bijlage 6.4 Centroiden en correlaties milieuvariabelen ordinatie macrofyten

Centroiden watertypen, grondsoorten, oevertypen, herkomst inlaatwater, onderhoud.

| Groep           | Var. | N   | As1  | As2  | As3  | As4  | Groep                             | Var. | N  | As1  | As2  | As3  | As4  | Groep                       | Var. | N   | As1  | As2  | As3  | As4  |
|-----------------|------|-----|------|------|------|------|-----------------------------------|------|----|------|------|------|------|-----------------------------|------|-----|------|------|------|------|
| Ebeo-<br>typen  | BB   | 2   | 1,20 | 0,52 | 0,93 | 1,21 | Her-<br>komst<br>inlaat-<br>water | R    | 62 | 1,55 | 1,78 | 1,23 | 0,78 | Onder-<br>houds-<br>periode | OpV  | 48  | 1,43 | 1,56 | 1,27 | 0,85 |
|                 | SZ   | 6   | 1,12 | 1,00 | 1,37 | 1,08 |                                   | L    | 38 | 2,40 | 2,01 | 1,34 | 0,93 |                             | OpZ  | 168 | 1,73 | 1,81 | 1,24 | 0,85 |
|                 | SK   | 34  | 1,16 | 1,95 | 1,30 | 0,89 |                                   | M    | 42 | 1,58 | 1,96 | 1,16 | 0,82 |                             | OpN  | 53  | 1,37 | 1,63 | 1,26 | 0,80 |
|                 | Ks   | 39  | 1,35 | 1,82 | 1,25 | 0,71 |                                   | W    | 6  | 1,48 | 1,68 | 1,29 | 0,87 |                             | OpH  | 168 | 1,73 | 1,81 | 1,24 | 0,85 |
|                 | Kb   | 36  | 2,02 | 1,69 | 1,09 | 0,84 |                                   | G    | 20 | 1,37 | 1,24 | 1,27 | 1,00 |                             | OpJ  | 47  | 1,55 | 1,93 | 1,22 | 0,72 |
|                 | RI   | 19  | 2,12 | 1,68 | 1,19 | 0,75 | Omge-<br>vend<br>land-<br>gebruik | Grs  | 86 | 1,64 | 1,77 | 1,25 | 0,79 | Onder-<br>houds-<br>regio   | AB   | 20  | 1,85 | 1,76 | 1,17 | 1,08 |
|                 | SV   | 4   | 1,47 | 2,24 | 1,65 | 0,77 |                                   | Ove  | 35 | 2,16 | 1,87 | 1,19 | 0,91 |                             | AW   | 38  | 2,40 | 2,01 | 1,34 | 0,93 |
|                 | Vs   | 7   | 1,91 | 2,26 | 1,42 | 0,91 |                                   | Akk  | 15 | 1,40 | 1,83 | 1,22 | 1,05 |                             | BO   | 12  | 1,32 | 2,30 | 1,01 | 0,51 |
|                 | Vb   | 21  | 2,71 | 2,00 | 1,31 | 1,05 |                                   | Mai  | 13 | 1,26 | 1,92 | 1,43 | 0,88 |                             | LL   | 22  | 1,84 | 1,84 | 1,32 | 0,76 |
|                 |      |     |      |      |      |      |                                   | Bos  | 11 | 1,82 | 1,83 | 1,22 | 0,90 |                             | MW   | 26  | 1,29 | 1,52 | 1,37 | 0,84 |
| Grond-<br>soort | Z    | 14  | 1,46 | 1,16 | 1,24 | 0,94 |                                   | Boo  | 5  | 1,80 | 1,79 | 1,07 | 0,76 |                             | NB   | 12  | 1,60 | 1,68 | 1,25 | 0,75 |
|                 | K    | 123 | 1,59 | 1,81 | 1,21 | 0,81 |                                   | Nat  | 3  | 2,33 | 1,44 | 1,19 | 0,79 |                             | OV   | 15  | 1,33 | 1,79 | 1,06 | 0,77 |
|                 | V    | 33  | 2,38 | 2,07 | 1,37 | 0,96 |                                   |      |    |      |      |      |      |                             | RN   | 10  | 1,60 | 1,51 | 1,04 | 1,02 |
|                 | B    | 1   | 0,84 | 0,62 | 1,39 | 1,08 |                                   |      |    |      |      |      |      |                             | TI   | 13  | 1,28 | 1,73 | 1,25 | 0,85 |
| Oever           | A    | 131 | 1,62 | 1,82 | 1,23 | 0,86 | Onder-<br>houds-<br>methode       | V    | 77 | 1,60 | 1,85 | 1,22 | 0,81 |                             |      |     |      |      |      |      |
|                 | B    | 24  | 2,25 | 1,88 | 1,32 | 0,90 |                                   | N    | 5  | 1,87 | 1,58 | 1,33 | 0,56 |                             |      |     |      |      |      |      |
|                 |      |     |      |      |      |      |                                   | M+K  | 31 | 0,99 | 1,72 | 1,23 | 0,90 |                             |      |     |      |      |      |      |
|                 | N    | 13  | 1,78 | 1,58 | 1,24 | 0,64 |                                   | K    | 26 | 1,15 | 1,58 | 1,25 | 0,91 |                             |      |     |      |      |      |      |
|                 |      |     |      |      |      |      |                                   | A    | 1  | 0,71 | 1,66 | 1,69 | 1,06 |                             |      |     |      |      |      |      |

Product-moment-correlaties hydro(morfo)logie, omgeving, landschap, onderhoud (donkerrood:  $p < 0,001$ , middenrood:  $p < 0,01$ , lichtrood:  $p < 0,05$ ).

| Groep                | Variabele | N   | As1   | As2   | As3   | As4   | Groep          | Variabele | N   | As1   | As2   | As3   | As4   |
|----------------------|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|----------------|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Hydromor-<br>fologie | KWT*      | 168 | -0,41 | 0,03  | -0,01 | -0,09 | Land-<br>schap | %ma       | 168 | -0,36 | -0,32 | -0,04 | -0,10 |
|                      | L*        | 168 | -0,07 | 0,02  | 0,05  | -0,09 |                | %lo       | 168 | -0,17 | -0,29 | -0,04 | 0,09  |
|                      | Tal       | 168 | -0,03 | 0,01  | 0,12  | 0,00  |                | %st       | 168 | -0,16 | -0,21 | -0,10 | 0,07  |
|                      | KWP       | 168 | 0,03  | -0,14 | -0,01 | 0,01  |                | %bo       | 168 | -0,16 | -0,10 | 0,02  | -0,32 |
|                      | SLi*      | 160 | 0,15  | 0,15  | -0,08 | 0,13  |                | %gn       | 168 | -0,13 | -0,21 | -0,12 | 0,13  |
|                      | Opp*      | 168 | 0,20  | 0,08  | 0,10  | 0,03  |                | %ov       | 168 | -0,11 | -0,13 | -0,15 | 0,13  |
|                      | Di*       | 167 | 0,39  | 0,20  | 0,05  | -0,03 |                | %na       | 168 | -0,08 | -0,21 | -0,11 | 0,11  |
|                      | Br*       | 168 | 0,63  | 0,13  | -0,13 | -0,06 |                | %bi       | 168 | -0,06 | -0,14 | -0,13 | 0,16  |
| Hydrologie           | Flu       | 158 | 0,20  | 0,27  | -0,06 | 0,23  | Onder-<br>houd | %aa       | 168 | 0,01  | -0,08 | -0,08 | 0,19  |
|                      | Inl       | 168 | 0,28  | 0,05  | -0,02 | -0,12 |                | %gs       | 168 | 0,29  | 0,34  | 0,18  | -0,03 |
|                      | AfR       | 168 | -0,16 | 0,09  | -0,05 | 0,01  |                | OnF       | 81  | 0,16  | -0,04 | -0,04 | 0,30  |
| Omgeving             | Sch       | 125 | -0,13 | 0,08  | 0,14  | 0,08  |                |           |     |       |       |       |       |
|                      | Begr      | 124 | -0,07 | -0,13 | -0,19 | 0,06  |                |           |     |       |       |       |       |

Product-moment-correlaties EKR, bedekking vegetatielagen en aantal soorten (donkerrood:  $p < 0,001$ , middenrood:  $p < 0,01$ , lichtrood:  $p < 0,05$ ).

| Groep                   | Variabele   | Afk.    | N   | As1   | As2   | As3   | As4   | Groep             | Variabele      | Afk.  | N   | As1   | As2   | As3   | As4   |
|-------------------------|-------------|---------|-----|-------|-------|-------|-------|-------------------|----------------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|
| EKR                     | totaal      | EKRt    | 168 | -0,18 | -0,01 | -0,02 | 0,24  | Aantal<br>soorten | totaal         | S-tot | 168 | 0,10  | -0,13 | 0,25  | -0,31 |
|                         | lagen       | EKRl    | 168 | -0,42 | 0,01  | -0,05 | 0,30  |                   | water en oever | S-w+o | 168 | 0,07  | -0,09 | 0,24  | -0,29 |
|                         | submers     | EKRs    | 168 | -0,62 | 0,05  | -0,05 | 0,33  |                   | submers        | S-S   | 168 | -0,56 | 0,32  | 0,00  | 0,10  |
|                         | flab        | EKRf    | 18  | 0,66  | -0,13 | 0,00  | -0,24 |                   | flab           | S-F   | 168 | -0,51 | 0,20  | -0,10 | -0,21 |
|                         | drijvend    | EKRn    | 147 | 0,33  | 0,08  | -0,04 | -0,05 |                   | drijvend       | S-N   | 168 | 0,00  | 0,14  | 0,12  | 0,09  |
|                         | kroos       | EKRk    | 48  | 0,70  | -0,23 | -0,14 | -0,07 |                   | kroos          | S-K   | 168 | -0,26 | 0,40  | 0,38  | 0,13  |
|                         | emers       | EKR e   | 67  | -0,19 | -0,36 | 0,10  | 0,03  |                   | emers          | S-E   | 168 | 0,32  | -0,06 | 0,06  | -0,06 |
|                         | oever       | EKR o   | 29  | -0,04 | -0,24 | -0,01 | 0,11  |                   | oever          | S-O   | 168 | 0,30  | -0,38 | 0,23  | -0,46 |
|                         | soorten     | EKR srt | 168 | 0,20  | -0,03 | 0,02  | 0,05  |                   | landplanten    | S-L   | 168 | 0,33  | -0,27 | 0,17  | -0,24 |
|                         |             |         |     |       |       |       |       |                   |                |       |     |       |       |       |       |
| Bedek-<br>king<br>lagen | totaal      | Totaal  | 168 | -0,54 | 0,10  | 0,04  | 0,17  |                   |                |       |     |       |       |       |       |
|                         | submers     | S       | 168 | -0,60 | 0,05  | 0,09  | 0,21  |                   |                |       |     |       |       |       |       |
|                         | flab        | F       | 168 | -0,48 | 0,11  | -0,10 | 0,00  |                   |                |       |     |       |       |       |       |
|                         | drijvend    | N       | 168 | 0,28  | 0,12  | 0,04  | -0,05 |                   |                |       |     |       |       |       |       |
|                         | kroos       | K       | 168 | -0,14 | 0,20  | 0,25  | 0,04  |                   |                |       |     |       |       |       |       |
|                         | emers       | E       | 168 | 0,05  | -0,24 | -0,15 | 0,19  |                   |                |       |     |       |       |       |       |
|                         | oever       | O       | 168 | 0,31  | -0,25 | 0,08  | -0,04 |                   |                |       |     |       |       |       |       |
|                         | landplanten | L       | 168 | 0,36  | -0,03 | 0,07  | -0,06 |                   |                |       |     |       |       |       |       |

**Product-moment-correlaties chlorofyl, fysische en chemische variabelen (donkerrood:  $p < 0,001$ , middenrood:  $p < 0,01$ , lichtrood:  $p < 0,05$ ). oN = organisch gebonden stikstof, overige afkortingen in Bijlage 5.1. \* = logaritmisches getransformeerd.**

|                    |     | Diep* | T       | Chl*  | DZ    | ZS    | pH    | NH4*  | NO3   | NO2   | oN*   | kN*   | tN    | oP*   | tP*   | N/P*  | BZV5  | O2    | O2%   |
|--------------------|-----|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Jaar               | N   | 109   | 110     | 108   | 110   | 108   | 110   | 109   | 109   | 109   | 109   | 109   | 109   | 108   | 109   | 109   | 108   | 110   | 110   |
|                    | As1 | 0,18  | 0,43    | 0,34  | -0,21 | -0,02 | 0,08  | 0,09  | -0,45 | -0,16 | 0,34  | 0,31  | -0,32 | 0,39  | 0,33  | -0,48 | 0,25  | -0,41 | -0,36 |
|                    | As2 | 0,26  | 0,20    | 0,18  | 0,27  | 0,09  | 0,19  | 0,20  | -0,29 | 0,26  | 0,27  | 0,26  | -0,17 | 0,18  | 0,25  | -0,25 | 0,21  | -0,08 | -0,05 |
|                    | As3 | -0,03 | 0,08    | -0,03 | -0,08 | 0,08  | -0,14 | 0,20  | 0,04  | 0,10  | 0,19  | 0,21  | 0,14  | 0,10  | 0,16  | -0,07 | 0,07  | -0,28 | -0,27 |
|                    | As4 | -0,17 | -0,20   | 0,05  | 0,05  | -0,31 | -0,23 | 0,05  | 0,15  | 0,03  | 0,16  | 0,16  | 0,24  | 0,08  | -0,06 | 0,21  | 0,06  | -0,11 | -0,15 |
| Zomerhalfjaar      | N   | 109   | 110     | 108   | 110   | 108   | 110   | 109   | 109   | 109   | 109   | 109   | 109   | 108   | 109   | 109   | 108   | 110   | 110   |
|                    | As1 | 0,17  | 0,29    | 0,32  | -0,30 | 0,02  | -0,01 | 0,14  | -0,31 | -0,15 | 0,35  | 0,34  | -0,17 | 0,45  | 0,41  | -0,45 | 0,10  | -0,43 | -0,39 |
|                    | As2 | 0,30  | 0,42    | 0,21  | 0,28  | 0,11  | 0,16  | 0,05  | -0,34 | 0,22  | 0,29  | 0,26  | -0,22 | 0,17  | 0,30  | -0,33 | 0,26  | -0,09 | -0,03 |
|                    | As3 | -0,01 | -0,03   | -0,10 | 0,00  | 0,08  | -0,08 | 0,25  | -0,01 | 0,06  | 0,14  | 0,17  | 0,07  | 0,14  | 0,14  | -0,09 | 0,01  | -0,24 | -0,23 |
|                    | As4 | -0,15 | -0,29   | -0,05 | 0,03  | -0,18 | -0,17 | 0,10  | 0,12  | 0,05  | 0,15  | 0,16  | 0,20  | 0,09  | -0,07 | 0,20  | 0,03  | -0,10 | -0,12 |
| 1e kwartaal        | N   | 93    | 99      | 98    | 93    | 93    | 99    | 99    | 99    | 99    | 99    | 99    | 99    | 99    | 99    | 99    | 96    | 99    | 99    |
|                    | As1 | 0,15  | 0,16    | 0,07  | -0,07 | -0,07 | 0,31  | -0,23 | -0,33 | 0,08  | 0,01  | 0,05  | -0,29 | -0,09 | -0,18 | -0,07 | 0,14  | 0,12  | 0,15  |
|                    | As2 | 0,02  | -0,08   | 0,02  | 0,03  | -0,07 | 0,17  | 0,08  | -0,16 | 0,01  | 0,19  | 0,13  | -0,14 | 0,11  | 0,00  | 0,05  | -0,10 | 0,13  | 0,07  |
|                    | As3 | 0,03  | 0,07    | 0,12  | 0,00  | 0,15  | -0,06 | 0,06  | 0,15  | 0,04  | 0,21  | 0,22  | 0,16  | 0,11  | 0,02  | 0,03  | -0,05 | 0,00  | 0,00  |
|                    | As4 | -0,15 | 0,08    | 0,03  | 0,01  | -0,23 | -0,25 | 0,00  | 0,13  | 0,19  | -0,08 | 0,18  | 0,23  | 0,04  | 0,03  | 0,11  | 0,12  | -0,12 | -0,08 |
| 3e kwartaal        | N   | 105   | 107     | 107   | 105   | 106   | 107   | 107   | 107   | 107   | 107   | 107   | 107   | 107   | 107   | 107   | 107   | 107   | 107   |
|                    | As1 | 0,06  | 0,19    | 0,30  | -0,32 | 0,12  | -0,06 | 0,30  | -0,25 | 0,34  | -0,07 | 0,34  | -0,03 | 0,41  | 0,47  | -0,46 | 0,23  | -0,39 | -0,38 |
|                    | As2 | 0,29  | 0,26    | 0,15  | 0,13  | 0,05  | 0,12  | 0,07  | -0,30 | 0,24  | 0,19  | 0,22  | -0,13 | 0,22  | 0,30  | -0,39 | 0,22  | -0,18 | -0,16 |
|                    | As3 | 0,00  | -0,09   | 0,00  | -0,09 | 0,09  | -0,04 | 0,24  | -0,03 | 0,10  | 0,21  | 0,11  | 0,05  | 0,11  | 0,15  | -0,10 | 0,05  | -0,20 | -0,22 |
|                    | As4 | -0,16 | 0,01    | -0,02 | -0,02 | -0,22 | -0,09 | 0,12  | 0,09  | 0,11  | 0,05  | 0,12  | 0,16  | 0,10  | -0,05 | 0,13  | 0,09  | -0,04 | -0,04 |
| 1e min 3e kwartaal | N   | 92    | 98      | 97    | 92    | 91    | 98    | 98    | 98    | 98    | 98    | 98    | 98    | 98    | 98    | 98    | 95    | 98    | 98    |
|                    | As1 | 0,03  | -0,02   | -0,18 | 0,24  | -0,22 | 0,36  | -0,37 | -0,17 | -0,24 | 0,13  | -0,28 | -0,26 | -0,43 | -0,50 | 0,37  | 0,07  | 0,35  | 0,37  |
|                    | As2 | -0,28 | -0,20   | -0,10 | -0,11 | -0,08 | 0,04  | 0,04  | 0,02  | 0,00  | -0,06 | -0,05 | -0,03 | -0,13 | -0,22 | 0,37  | -0,18 | 0,17  | 0,12  |
|                    | As3 | 0,00  | 0,11    | 0,09  | 0,09  | 0,09  | -0,04 | -0,12 | 0,19  | 0,01  | -0,06 | 0,11  | 0,17  | -0,12 | -0,08 | 0,14  | 0,01  | 0,10  | 0,16  |
|                    | As4 | 0,04  | 0,06    | 0,00  | 0,04  | 0,03  | -0,16 | -0,06 | 0,07  | 0,10  | -0,08 | 0,05  | 0,13  | -0,02 | 0,09  | -0,07 | 0,07  | -0,09 | -0,05 |
| 1e / 3e kwartaal   | N   | 85    | 98      | 97    | 92    | 91    | 98    | 98    | 98    | 98    | 98    | 92    | 98    | 98    | 98    | 98    | 95    | 98    | 98    |
|                    | As1 | 0,10  | 0,07    | -0,31 | 0,17  | -0,21 | 0,34  | 0,29  | 0,07  | -0,10 | -0,19 | 0,20  | -0,34 | 0,40  | 0,45  | 0,41  | 0,04  | 0,44  | 0,43  |
|                    | As2 | 0,15  | -0,16   | -0,15 | -0,10 | -0,17 | 0,04  | -0,06 | 0,02  | -0,14 | 0,13  | -0,10 | 0,08  | 0,10  | 0,05  | 0,31  | -0,18 | 0,14  | 0,10  |
|                    | As3 | 0,13  | 0,05    | 0,09  | 0,01  | 0,06  | -0,04 | 0,11  | 0,01  | 0,02  | 0,01  | -0,01 | 0,06  | 0,09  | 0,16  | 0,16  | 0,05  | 0,20  | 0,21  |
|                    | As4 | -0,14 | 0,09    | 0,11  | -0,03 | 0,09  | -0,15 | -0,01 | 0,04  | 0,07  | 0,03  | 0,06  | -0,02 | -0,02 | -0,12 | -0,06 | 0,13  | -0,01 | -0,01 |
|                    |     | EGV   | IR HCO3 | CO3   | Cl    | SO4   | Na    | K     | Ca    | Mg    | Fe*   | Cr*   | Ni    | Cu    | Zn    | Pb*   | Cd*   |       |       |
| Jaar               | N   | 110   | 108     | 108   | 108   | 108   | 108   | 108   | 108   | 108   | 77    | 77    | 77    | 77    | 77    | 77    | 77    |       |       |
|                    | As1 | -0,03 | -0,37   | -0,10 | -0,35 | 0,33  | 0,01  | 0,24  | 0,13  | -0,10 | -0,13 | -0,15 | 0,05  | 0,07  | 0,19  | 0,02  | 0,19  | -0,14 |       |
|                    | As2 | 0,27  | 0,04    | 0,36  | -0,03 | 0,16  | -0,04 | 0,18  | 0,08  | 0,30  | 0,36  | -0,32 | -0,17 | 0,03  | -0,05 | -0,29 | -0,11 | -0,41 |       |
|                    | As3 | -0,15 | -0,06   | -0,13 | 0,05  | -0,04 | -0,11 | -0,16 | 0,09  | -0,14 | -0,14 | 0,13  | 0,09  | 0,03  | 0,14  | -0,02 | 0,01  | -0,18 |       |
|                    | As4 | -0,09 | 0,14    | -0,10 | 0,03  | -0,12 | 0,24  | -0,15 | 0,15  | 0,00  | -0,14 | 0,23  | 0,14  | 0,14  | -0,07 | 0,00  | 0,04  | 0,24  |       |
| Zomerhalfjaar      | N   | 110   | 108     | 108   | 108   | 108   | 108   | 108   | 108   | 108   | 74    | 74    | 74    | 74    | 74    | 74    | 74    |       |       |
|                    | As1 | 0,09  | -0,25   | 0,07  | -0,27 | 0,33  | -0,01 | 0,23  | 0,11  | 0,06  | -0,11 | -0,09 | 0,05  | 0,07  | 0,30  | 0,18  | 0,22  | 0,11  |       |
|                    | As2 | 0,19  | -0,03   | 0,36  | 0,05  | 0,15  | -0,16 | 0,15  | 0,07  | 0,25  | 0,32  | -0,31 | -0,13 | -0,03 | -0,20 | -0,31 | -0,13 | -0,43 |       |
|                    | As3 | -0,15 | -0,09   | -0,12 | 0,08  | -0,01 | -0,14 | -0,13 | 0,08  | -0,15 | -0,18 | 0,12  | 0,09  | 0,00  | 0,00  | -0,13 | 0,04  | -0,11 |       |
|                    | As4 | -0,02 | 0,23    | -0,04 | 0,06  | -0,14 | 0,23  | -0,14 | 0,12  | 0,08  | -0,08 | 0,18  | 0,00  | 0,17  | 0,01  | 0,09  | 0,02  | 0,17  |       |
| 1e kwartaal        | N   | 99    | 96      | 99    | 99    | 99    | 96    | 96    | 96    | 96    | 55    | 55    | 55    | 58    | 58    | 55    | 55    |       |       |
|                    | As1 | -0,19 | -0,32   | -0,35 | -0,01 | 0,06  | 0,23  | 0,06  | 0,04  | -0,29 | -0,28 | -0,07 | 0,30  | 0,37  | 0,35  | 0,28  | 0,36  | 0,39  |       |
|                    | As2 | 0,25  | 0,16    | 0,23  | 0,00  | 0,12  | 0,21  | 0,10  | -0,16 | 0,27  | 0,31  | -0,11 | -0,08 | 0,23  | 0,15  | -0,14 | -0,05 | -0,25 |       |
|                    | As3 | -0,15 | 0,04    | -0,15 | -0,01 | -0,14 | 0,02  | -0,18 | -0,04 | -0,11 | -0,12 | 0,23  | 0,11  | 0,22  | 0,36  | 0,08  | 0,17  | 0,01  |       |
|                    | As4 | -0,03 | 0,07    | -0,09 | 0,00  | -0,14 | 0,11  | -0,15 | 0,19  | -0,05 | -0,13 | 0,26  | 0,14  | -0,02 | -0,22 | -0,24 | -0,16 | -0,01 |       |
| 3e kwartaal        | N   | 107   | 106     | 107   | 107   | 107   | 106   | 106   | 106   | 106   | 74    | 74    | 74    | 74    | 74    | 74    | 74    |       |       |
|                    | As1 | -0,10 | 0,06    | 0,10  | -0,26 | 0,02  | -0,21 | 0,00  | 0,16  | 0,00  | -0,26 | 0,18  | 0,10  | 0,18  | 0,25  | 0,07  | 0,28  | 0,21  |       |
|                    | As2 | 0,08  | 0,02    | 0,27  | 0,10  | 0,05  | -0,28 | 0,07  | 0,09  | 0,12  | 0,19  | -0,18 | -0,13 | -0,10 | -0,20 | -0,31 | -0,16 | -0,37 |       |
|                    | As3 | -0,21 | -0,04   | -0,08 | 0,12  | -0,09 | -0,26 | -0,18 | 0,03  | -0,18 | -0,24 | 0,03  | 0,08  | -0,06 | -0,06 | -0,12 | 0,00  | -0,10 |       |
|                    | As4 | -0,04 | 0,14    | -0,07 | 0,01  | -0,12 | 0,17  | -0,08 | 0,15  | 0,04  | -0,04 | 0,09  | -0,10 | 0,21  | -0,01 | 0,07  | -0,05 | 0,20  |       |
| 1e min 3e kwartaal | N   | 98    | 94      | 98    | 98    | 98    | 94    | 94    | 94    | 94    | 51    | 51    | 51    | 54    | 54    | 51    | 51    |       |       |
|                    | As1 | -0,15 | -0,28   | -0,48 | 0,26  | 0,04  | 0,34  | 0,04  | -0,04 | -0,34 | -0,11 | -0,15 | 0,38  | 0,31  | 0,11  | 0,06  | 0,14  | -0,01 |       |
|                    | As2 | 0,29  | 0,09    | 0,08  | -0,12 | 0,12  | 0,36  | 0,09  | -0,21 | 0,28  | 0,27  | -0,11 | -0,04 | 0,01  | 0,25  | -0,10 | -0,12 | 0,03  |       |
|                    | As3 | 0,01  | 0,06    | -0,12 | -0,11 | -0,08 | 0,20  | -0,03 | -0,06 | 0,00  | 0,09  | 0,08  | 0,12  | 0,11  | 0,36  | 0,15  | 0,10  | -0,05 |       |
|                    | As4 | 0,01  | -0,02   | -0,02 | -0,02 | -0,08 | -0,03 | -0,10 | 0,14  | -0,05 | -0,15 | 0,08  | 0,03  | -0,10 | 0,00  | -0,17 | -0,09 | -0,15 |       |
| 1e / 3e kwartaal   | N   | 98    | 94      | 98    | 98    | 98    | 94    | 94    | 94    | 94    | 51    | 47    | 51    | 54    | 54    | 50    | 51    |       |       |
|                    | As1 | -0,11 | -0,29   | -0,27 | 0,23  | 0,04  | 0,40  | 0,04  | -0,07 | -0,33 | -0,08 | -0,01 | -0,21 | 0,17  | -0,01 | 0,06  | 0,04  | -0,01 |       |
|                    | As2 | 0,23  | 0,09    | -0,10 | -0,03 | 0,10  | 0,28  | 0,06  | -0,14 | 0,25  | 0,27  | -0,30 | -0,18 | 0,00  | 0,14  | -0,02 | -0,22 | 0,00  |       |
|                    | As3 | 0,04  | 0,06    | -0,15 | -0,06 | -0,12 | 0,20  | -0,05 | -0,07 | 0,07  | 0,10  | 0,03  | -0,14 | 0,01  | 0,19  | 0,18  | -0,21 | 0,01  |       |
|                    | As4 | -0,01 | -0,01   | 0,09  | -0,06 | -0,08 | 0,01  | -0,10 | 0,13  | -0,07 | -0,17 | -0,03 | -0,20 | -0,13 | 0,07  | -0,14 | -0,14 | 0,19  |       |

## Bijlage 7.1      **Determinatieliteratuur fytoplankton**

- ANONYMUS, 1988. Praktische sleutel tot de belangrijkste microfytengroepen uit het zoete water: 11-26.
- ANONYMUS. Systematiek van het Phytoplankton, inclusief eenvoudige determinatietabel.
- BARBER, H.G. and E.Y. HAYWORTH, 1981. A guide to the morphology of the diatom frustule, with a key to the British freshwater genera. *Scient. Publs. Freshwat. Biol. Ass.* 44: 112 p.
- COESEL, P.F.M., 1982 - 1997. De Desmidiaceën van Nederland. *Sieralgen. Wetenschappelijke Mededelingen KNNV* nr. 153, 157, 170, 202, 210, 220.
- ESSEN, A. van, 1974. De Chlorococcales, een belangrijke orde van Groenwieren. *Wet. Med. KNNV* nr. 100: 88 p.
- ETTL, 1983. Chlorophyta I. Phytomonadina. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band 9. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 807 p.
- ETTL, 1988. Chlorophyta II. Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band 10. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 436 p.
- ETTL, H. 1978. Xanthophyceae, 1 Teil. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band 3. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 530 p.
- HAUSLER, 1982. Schizomycetes, Bakterien. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band 20. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 588 p.
- HOOGERS, B.J., 1984. Determinatietabel voor de meest voorkomende draadwiergeslachten in Nederland. *Centrum voor Landbouwpublicaties en Landbouwdocumentatie, Pudoc, Wageningen*: 10 p.
- HUBER PESTALOZZI, G., 1938-1972. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Teil 1 9. In: *Die Binnengewässer*, Band XVI. Schweizerbart'sche Verlagsb., Stuttgart. Teil 2: 1. Hälfte: Chrysophyceen, Farblose Flagellaten, Heterokonten. 1941. 365 p. Teil 5: Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung Volvocales. 1961. 744 p. Teil 6: Chlorophyceae (Fortsetzung) Ordnung Tetrasporales von Prof. Dr. B. Fott, Prag., 1972: 116 p.
- HUBER PESTALOZZI, G., 1938. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Teil 1 9. In: *Die Binnengewässer*, Band XVI. Schweizerbart'sche Verlagsb., Stuttgart. Teil 1: Allgemeiner Teil: Blaualgen. Bakterien. Pilze.: 342 p.
- HUBER PESTALOZZI, G., 1983. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Teil 1 9. In: *Die Binnengewässer*, Band XVI. Schweizerbart'sche Verlagsb., Stuttgart. Teil 7, 1. Hälfte: Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. 1044 p.
- HUBER PESTALOZZI, G., 1955. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Teil 1 9. In: *Die Binnengewässer*, Band XVI. Schweizerbart'sche Verlagsb., Stuttgart. Teil 4. Hälfte: Euglenophyceae. 1135 p.
- HUBER PESTALOZZI, G., 1968. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Teil 1 9. In: *Die Binnengewässer*, Band XVI. Schweizerbart'sche Verlagsb., Stuttgart. Teil 3. Hälfte: Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae. 1968: 322 p.
- JOOSTEN, A.M.T., 1999. Blauwieren uit de Nederlandse eutrofe binnenwateren. *Stichting ALG. Haren*. 230 p.
- KADLUBOWSKA, 1984. Conjugatophyceae I. Zygnemales. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band 16. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 532 p.

- KRAMMER, K. und H. LANGE-BERTALOT, 1986. Baccilariophyceae 1 Teil: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 876 p.
- KRAMMER, K. und H. LANGE-BERTALOT, 1988. Baccilariophyceae 2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/2. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 596 p.
- KRAMMER, K. und H. LANGE-BERTALOT, 1991. Baccilariophyceae 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/3. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 576 p.
- KRAMMER, K. und H. LANGE-BERTALOT, 1991. Baccilariophyceae 4 Teil: Achnanthaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/4. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 437 p.
- MROZINSKA, 1985. Chlorophyta VI. Oedogoniophyceae: Oedogoniales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 14. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 624 p.
- PATRICK, R. and C.W. REIMER, 1966. The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii. Volume 1. Fragilariaceae, Eunotiaceae, Achnanthaceae, Naviculaceae. Monogr. 13 Academy of natural sciences, Philadelphia: 688 p.
- PATRICK, R. and C.W. REIMER, 1975. The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii. Volume 2, part 1. Entomoneidaceae, Gymbellaceae, Gomphonemaceae, Epithemiaceae. Monogr. 13. Academy of natural sciences, Philadelphia: 213 p.
- POPOVSKY, J., 1990. Dinophyceae (Dinoflagellida). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 6. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 272 p.
- PRESCOTT, G.W., 1962. Algae of the Great Western Lakes area. Brown Comp. Publ. Dubuque, Iowa, USA: 977 p.
- PRESCOTT, G.W., 1980. How to know the fresh water algae. Brown Comp. Publ. Dubuque Iowa, U.S.A.; third ed.: 293 p.
- RIETH, 1980. Xanthophyceae, 2 Teil. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 4. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 147 p.
- ROOS, P.J., 1985. Inleiding tot het aangroei op planten en dieren in het Nederlandse zoete water. Wet. Med. KNNV 168: 29 p.
- SIMONS, J. en A.P. van BEEM, 1990. *Spirogyra* species and accompanying algae from pools and ditches in The Netherlands. Aquatic Botany 37: 247-269.
- SIMONS, J., 1990. *Spirogyra* en verwante draadalg in Nederland. Wet. Med. KNNV 197:87 p.
- SIMONS, J., A.P. van BEEM en P.J.R. de VRIES, 1986. Morphology of the prostrate thallus of *Stigeoclonium* (Chlorophyceae, Chaetophorales) and its taxonomic implications. Phycologia 25: 210-220.
- STARMACH, K., 1985. Chrysophyceae und Haptophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 515 p.
- STREBLE, H.J. und D. KRAUTER, 1981. Das Leben im Wassertropfen. Mikroflora und mikrofauuna des Süßwassers. Kosmos, Stuttgart: 336 p.
- WERFF, A. van der, 1984. Kiezelwieren - Diatomeeën. Wet. Med. KNNV nr. 164: 115 p.

## Bijlage 7.2 Gemiddelde fytoplanktonhoeveelheden

Per geslacht is de gemiddelde procentuele hoeveelheid per monster vermeld (- = niet aangetroffen). Loc. = locatie volgens Bijlage 2.1, n = aantal monsters, KRW = KRW-type, Ebeo = Ebeotype (Tabel 2.1), Groep is taxonomische hoofdgroep (Tabel 9.2), g = gemiddelde procentuele hoeveelheid per locatie waarvoor n>1, m = aantal locaties waarvoor n>1. In de kolom inclusief zijn de moderne namen van geslachten aangegeven (volgens TWN), die bij de aangegeven 'oude' geslachtsnamen uit de tweede kolom zijn inbegrepen.

| Groep | Geslacht          | g     | m  | Loc. | 23_08 | 23_09 | 02_01 | 15_04 | 15_05 | 15_06 | 15_08 | 05_01 | 01_01 | 05_03 | 09_01 | 10_02 | 22_01 | 08_02 | 10_03 | 12_02 | inclusief                        |
|-------|-------------------|-------|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------|
|       |                   |       |    | n    | 7     | 6     | 7     | 6     | 6     | 7     | 6     | 6     | 5     | 6     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |                                  |
|       |                   |       |    | KRW  | M02   | M02   | M03   | R08   | R08   | R08   | R08   | M10   | M10   | M10   | M03   | M03   | M1a   | M03   | M03   | M03   |                                  |
| Ebeo  | SZ                | SK    | Kb | Kb   | Kb    | Kb    | Kb    | Kb    | Kb    | Vs    | Vb    | Vb    | SK    | Ks    | Ks    | Kb    | Kb    | Kb    | Kb    | Kb    | Kb                               |
|       |                   |       |    |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                                  |
| BC    | Aphanocapsa       | 1,67  | 1  | -    | 16,7  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| BC    | Chroococcus       | 2,04  | 4  | 7,9  | -     | -     | -     | -     | 0,6   | 11,3  | -     | 0,5   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| BC    | Coelosphaerium    | 0,28  | 6  | 0,2  | 0,4   | 0,3   | -     | -     | -     | 0,8   | 0,5   | -     | 0,5   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| BC    | Gomphosphaeria    | 0,18  | 4  | -    | -     | -     | 0,3   | 0,3   | 0,5   | 0,8   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| BC    | Merismopedia      | 0,08  | 1  | -    | -     | -     | -     | -     | -     | 0,8   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| BC    | Microcystis       | 0,01  | 1  | -    | -     | -     | -     | -     | -     | 0,1   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| BN    | Anabaena          | 0,16  | 3  | 0,2  | 0,2   | -     | -     | -     | -     | 1,3   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| BN    | Aphanizomenon     | 0,66  | 6  | 1,1  | -     | -     | 1,4   | 1,4   | -     | 2,4   | 0,2   | -     | 0,2   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| BO    | Lyngbya           | 0,04  | 2  | -    | -     | 0,2   | -     | -     | 0,2   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1,0   | -     | -     | -     | -     | -                                |
| BO    | Oscillatoria      | 1,19  | 6  | 0,7  | 3,0   | -     | 1,6   | 1,6   | 1,0   | 4,0   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | Planktothrix, Pseudanabaena p.p. |
| BO    | Phormidium        | 0,75  | 6  | 1,0  | 4,2   | 0,2   | 1,0   | 1,0   | -     | 0,2   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | Pseudanabaena p.p.               |
| GC    | Ankrya            | 0,13  | 3  | 1,0  | -     | -     | 0,2   | 0,2   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GC    | Botryococcus      | 0,01  | 1  | -    | -     | -     | -     | -     | 0,1   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GC    | Chlorella         | 0,45  | 7  | 2,7  | 0,3   | 0,4   | -     | -     | 0,3   | 0,2   | 0,4   | -     | 0,4   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GC    | Chodatella        | 0,26  | 6  | 0,2  | -     | 0,2   | -     | -     | -     | 0,1   | 0,5   | 1,3   | 0,5   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GC    | Coelastrum        | 1,03  | 9  | 5,0  | 1,6   | -     | 0,2   | 0,2   | 1,0   | 1,1   | 0,4   | 0,5   | 0,4   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GC    | Crucigenia        | 0,31  | 7  | 1,2  | -     | -     | 0,3   | 0,3   | 0,2   | 0,5   | 0,4   | -     | 0,4   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GC    | Dictyosphaerium   | 0,22  | 4  | -    | -     | -     | 0,7   | 0,7   | 0,2   | 0,5   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | Pseudodictyosphaerium            |
| GC    | Didymocystis      | 0,09  | 2  | -    | -     | 0,2   | -     | -     | -     | -     | -     | 0,7   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GC    | Gloeocystis       | 0,01  | 1  | -    | -     | -     | -     | -     | -     | 0,1   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GC    | Kirchneriella     | 0,02  | 1  | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 0,2   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | Pseudokirchneriella              |
| GC    | Lagerheimia       | 0,35  | 4  | -    | -     | 0,7   | 1,0   | 1,0   | -     | 0,8   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GC    | Microactinium     | 0,02  | 1  | -    | -     | -     | -     | -     | -     | 0,2   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GC    | Monoraphidium     | 2,41  | 10 | 1,0  | 1,0   | 4,5   | 2,3   | 2,3   | 1,3   | 6,9   | 1,9   | 1,1   | 1,9   | -     | 4,1   | -     | -     | 2,3   | 3,8   | -     | -                                |
| GC    | Oocystis          | 0,43  | 8  | 1,0  | 0,4   | 0,2   | -     | -     | 0,2   | 1,1   | 0,2   | 0,9   | 0,2   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GC    | Pediastrum        | 0,31  | 4  | 0,6  | 0,1   | 0,1   | -     | -     | -     | 2,2   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GC    | Scenedesmus       | 7,44  | 10 | 9,7  | 5,9   | 2,1   | 3,8   | 3,8   | 5,1   | 31,5  | 3,8   | 5,0   | 3,8   | -     | 1,5   | -     | -     | -     | 1,3   | -     | Desmodesmus                      |
| GC    | Schroederia       | 0,06  | 1  | -    | -     | -     | -     | -     | 0,6   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GC    | Tetraedron        | 0,45  | 9  | 0,6  | 0,3   | 0,8   | 0,3   | 0,3   | -     | 1,1   | 0,2   | 0,7   | 0,2   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | Goniocloris, Tetraedella         |
| GC    | Tetrastrum        | 0,54  | 8  | -    | -     | 0,2   | 0,8   | 0,8   | 0,1   | 1,9   | 0,6   | 0,2   | 0,6   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GC    | Treubaria         | 0,05  | 2  | 0,2  | -     | -     | -     | -     | -     | 0,3   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GO    | Ankistrodesmus    | 0,06  | 3  | -    | -     | 0,3   | -     | -     | 0,2   | 0,1   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GO    | Chlamydomonas     | 5,10  | 10 | 2,0  | 2,6   | 12,0  | 1,2   | 1,2   | 8,2   | 4,1   | 8,9   | 1,8   | 8,9   | 1,5   | -     | 3,9   | -     | 5,6   | 5,4   | -     | Fusola                           |
| GO    | Elakatothrix      | 0,07  | 3  | 0,1  | -     | -     | 0,3   | 0,3   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| GO    | Pandorina         | 0,03  | 1  | 0,3  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| SI    | Closterium        | 0,03  | 2  | -    | -     | 0,2   | -     | -     | -     | 0,1   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| SI    | Cosmarium         | 0,01  | 1  | 0,1  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| OO    | Euglena           | 1,90  | 6  | -    | 0,5   | -     | 7,2   | 7,2   | 3,8   | -     | 0,2   | -     | 0,2   | -     | 2,0   | 3,9   | 2,3   | -     | 6,7   | -     | -                                |
| OO    | Lepocinclis       | 0,39  | 4  | -    | 0,3   | -     | 1,1   | 1,1   | 1,4   | -     | -     | -     | -     | -     | 2,6   | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| OO    | Phacus            | 0,65  | 2  | -    | -     | -     | 3,3   | 3,3   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1,2   | -     | -     | -     | -                                |
| OO    | Strombomonas      | 0,03  | 2  | -    | -     | 0,2   | 0,2   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| OO    | Trachelomonas     | 7,08  | 9  | 12,2 | 8,2   | 0,7   | 21,6  | 21,6  | 4,0   | -     | 0,7   | 1,2   | 0,7   | -     | 1,0   | 4,8   | 1,2   | -     | 2,9   | -     | -                                |
| CR    | Cryptomonas       | 25,71 | 10 | 8,4  | 16,8  | 24,1  | 27,8  | 27,8  | 33,9  | 2,0   | 34,9  | 46,8  | 34,9  | -     | 25,5  | 53,6  | 19,1  | 65,7  | 44,2  | -     | -                                |
| PA    | Glenodinium       | 0,51  | 8  | -    | -     | 0,9   | 1,3   | 1,3   | 0,2   | 0,1   | 0,5   | 0,3   | 0,5   | -     | -     | -     | -     | 0,9   | -     | -     | -                                |
| PA    | Peridinium        | 0,54  | 6  | -    | -     | 0,3   | 1,0   | 1,0   | 0,4   | -     | 1,3   | -     | 1,3   | -     | -     | 1,0   | -     | -     | -     | -     | -                                |
| CH    | Chrysococcus      | 11,18 | 10 | 9,0  | 20,2  | 15,4  | 3,6   | 3,6   | 8,2   | 0,4   | 16,4  | 18,4  | 16,4  | 1,5   | 34,7  | -     | 13,3  | 6,1   | 10,0  | -     | -                                |
| CH    | Chrysopsis        | 0,00  | 0  | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1,5   | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| CH    | Dinobryon         | 0,07  | 3  | -    | -     | 0,1   | 0,3   | 0,3   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 2,0   | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| CH    | Kephyrion         | 1,57  | 8  | 1,3  | -     | 2,7   | 1,1   | 1,1   | 3,5   | -     | 2,7   | 0,5   | 2,7   | 1,0   | 3,1   | 3,4   | 15,6  | 1,4   | -     | -     | Pseudokephyrion                  |
| CH    | Mallomonas        | 0,65  | 7  | 0,2  | 0,2   | -     | 1,3   | 1,3   | 1,8   | 0,3   | -     | 1,5   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| CH    | Ochromonas        | 5,32  | 10 | 4,9  | 3,6   | 16,6  | 5,4   | 5,4   | 8,1   | 3,3   | 0,9   | 3,9   | 0,9   | 96,1  | 12,8  | 16,4  | 27,7  | 12,2  | 11,7  | -     | -                                |
| CH    | Pseudostaurastrum | 0,06  | 2  | -    | -     | -     | 0,3   | 0,3   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| DI    | Bikosoeca         | 0,28  | 5  | 0,5  | -     | 0,9   | -     | -     | -     | -     | 0,3   | 0,9   | 0,3   | -     | 3,6   | -     | 2,3   | -     | -     | -     | -                                |
| DI    | Dactylococcopsis  | 0,01  | 1  | -    | -     | -     | -     | -     | 0,1   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| KC    | Actinocyclus      | 0,11  | 1  | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1,1   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| KC    | Aulacoseira       | 2,71  | 10 | 7,9  | 0,9   | 1,7   | 0,2   | 0,2   | 0,9   | 2,5   | 6,1   | 0,7   | 6,1   | -     | -     | -     | 2,3   | 3,3   | -     | -     | -                                |
| KC    | Cyclotella        | 0,89  | 9  | 1,5  | 0,7   | -     | 0,6   | 0,6   | 0,2   | 0,2   | 2,3   | 0,5   | 2,3   | -     | -     | -     | 1,2   | -     | -     | -     | Puncticulata                     |
| KC    | Melosira          | 0,22  | 5  | -    | -     | -     | 0,5   | 0,5   | -     | 0,2   | 0,6   | -     | 0,6   | -     | -     | -     | 2,3   | -     | -     | -     | -                                |
| KC    | Stephanodiscus    | 7,98  | 10 | 13,9 | 1,0   | 13,2  | 1,8   | 1,8   | 1,5   | 14,6  | 11,4  | 9,4   | 11,4  | -     | 2,0   | -     | 1,2   | 0,9   | 2,5   | -     | -                                |
| KZ    | Asterionella      | 0,11  | 2  | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 0,5   | -     | 0,5   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| KZ    | Diatoma           | 0,03  | 1  | -    | -     | -     | -     | -     | 0,3   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| KZ    | Fragilaria        | 0,11  | 1  | -    | -     | -     | -     | -     | 1,1   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| KZ    | Nitzschia         | 0,13  | 5  | 0,4  | 0,1   | -     | 0,2   | 0,2   | 0,4   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| KP    | Achnanthes        | 0,21  | 8  | -    | 0,4   | -     | 0,2   | 0,2   | 0,6   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | Achnantheidium                   |
| KP    | Amphora           | 0,25  | 6  | -    | -     | -     | 0,9   | 0,9   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | -     | 0,2   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| KP    | Cocconeis         | 1,10  | 7  | -    | 7,6   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 2,2   | 0,1   | -     | 0,5   | -     | -     | -     | 1,9   | 1,2   | -     | -     | -     | -                                |
| KP    | Cymbella          | 0,14  | 3  | -    | -     | -     | 0,5   | 0,5   | -     | -     | -     | 0,4   | -     | -     | -     | 3,4   | -     | -     | -     | -     | Encyonema                        |
| KP    | Epithemia         | 0,14  | 1  | 1,4  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| KP    | Fragilaria        | 0,17  | 7  | -    | 0,3   | -     | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,3   | -     | 0,3   | -     | -     | -     | -     | 1,4   | 1,7   | -     | Ulnaria                          |
| KP    | Gomphonema        | 0,23  | 5  | -    | 0,5   | 0,6   | -     | -     | 0,2   | -     | 0,5   | -     | 0,5   | -     | -     | -     | -     | -     | 2,1   | -     | -                                |
| KP    | Gyrosigma         | 0,01  | 1  | -    | -     | -     | -     | -     | -     | 0,1   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| KP    | Navicula          | 1,25  | 9  | -    | 0,5   | 0,2   | 3,5   | 3,5   | 4,3   | 0,1   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | -     | 2,6   | 4,8   | 6,9   | -     | 5,0   | -     | Hippodonta                       |
| KP    | Neidium           | 0,03  | 2  | -    | -     | -     | -     | -     | -     | 0,2   | -     | 0,2   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |
| KP    | Nitzschia         | 1,24  | 10 | 1,7  | 1,4   | 0,1   | 0,7   | 0,7   | 2,9   | 0,8   | 1,8   | 0,2   | 1,8   | -     | 1,0   | 1,9   | 2,3   | -     | 2,9   | -     | -                                |
| KP    | Stauroneis        | 0,02  | 1  | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 0,2   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -                                |