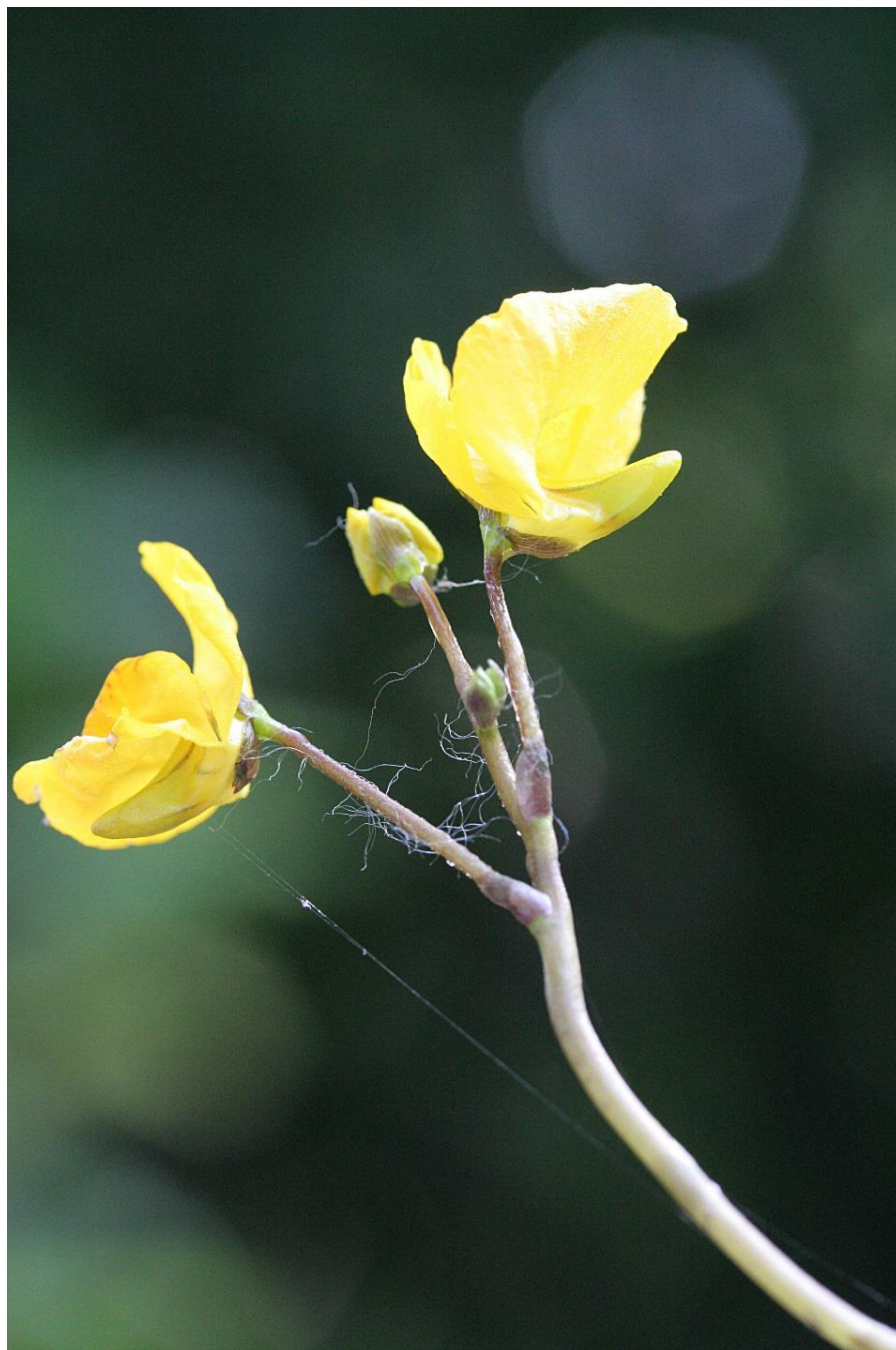


# Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit in de Achterhoek, Gelderse Vallei en op de Veluwe



Voorplaat: Groot blaasjeskruid, één van de soorten waterplanten die in de beheergebieden voorkomen

# Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit in de Achterhoek, Gelderse Vallei en op de Veluwe

Ger Boedeltje<sup>1</sup>

In opdracht van:  
Waterschap Rijn en IJssel  
Waterschap Vallei en Veluwe

Begeleiding onderzoek vanuit Waterschap Rijn en IJssel:  
Annemarie Kramer-Hoenderboom  
Merel Lammertink  
Marga Limbeek  
John Lenssen

Begeleiding onderzoek vanuit Waterschap Veluwe:  
Rob Gerritsen  
Anita Buschgens

<sup>1</sup>Bureau Daslook 2014  
Korte Voren 8, 7241 HR LOCHEM

[g.boedeltje@bureaudaslook.nl](mailto:g.boedeltje@bureaudaslook.nl)  
[www.bureaudaslook.nl](http://www.bureaudaslook.nl)



# Inhoudsopgave

<b>1 INLEIDING .....</b>	<b>7</b>
1.2 ONDERZOEKSVRAGEN .....	8
1.3 LEESWIJZER.....	9
<b>2 MATERIAAL EN METHODE.....</b>	<b>10</b>
2.1 LIGGING MEETPUNTEN .....	10
2.2 OPNEMEN VAN DE VEGETATIE IN PROEFVAKKEN .....	10
2.3 GEBRUIKTE VEGETATIEOPNAMEN .....	10
2.4 BESCHIKBARE EN GEBRUIKTE FYSISCH-CHEMISCHE GEGEVENS.....	11
2.5 CONTROLE EN VOORBEWERKING VAN DE DATA.....	11
2.6 BEPALEN STUURVARIABLEN VEGETATIE.....	12
2.6.1 <i>Vorbewerking en gebruikte opnamen</i> .....	12
2.6.2 <i>Clusteranalyse</i> .....	12
2.6.3 <i>Ordinatie</i> .....	12
2.7 ECOLOGISCHE KWALITEIT IN RELATIE TOT ABIOTISCHE FACTOREN .....	12
2.8 SULFAAT, FOSFAAT EN STIKSTOF IN RELATIE TOT WATERPLANTEN .....	14
<b>3 RESULTATEN.....</b>	<b>15</b>
3.1 CLUSTERANALYSE: DE VEGETATIETYPEN IN HOOFDLIJNEN .....	15
3.2 STUURFACTOREN VOOR WATER- EN MOERASPLANTEN .....	17
3.2.1 <i>CC-analyse gebaseerd op jaargemiddelden van alle opnamen</i> .....	17
3.2.2 <i>CC-analyse gebaseerd op jaargemiddelden van WRIJ</i> .....	20
3.2.3 <i>CC-analyse gebaseerd op jaargemiddelden van Vallei-Veluwe</i> .....	21
3.2.4 <i>CC-analyse gebaseerd op zomergemiddelden</i> .....	22
3.3 ECOLOGISCHE KWALITEIT (EKR) IN RELATIE TOT WATERKWALITEITSFACTOREN .....	24
3.3.1 <i>Beken (type R5)</i> .....	24
3.3.2 <i>Kleine kanalen (type M3)</i> .....	29
3.4 WATERPLANTEN IN RELATIE TOT SULFAAT, STIKSTOF EN FOSFAAT .....	32
<b>4 DISCUSSIE EN SAMENVATTING .....</b>	<b>38</b>
4.1 WATERVEGETATIES EN STURENDE FACTOREN .....	38
4.2 ECOLOGISCHE KWALITEITSRATIO (EKR) EN WATERKWALITEIT .....	38
4.3 WATERPLANTEN IN RELATIE TOT FOSFOR, STIKSTOF EN SULFAAT .....	39
4.4 HET MAAIBEHEER IS STUREND MAAR NIET ALS ZODANIG ONDERSCHIEDEN.....	40
4.5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....	41
<b>5 LITERATUUR.....</b>	<b>43</b>
<b>BIJLAGEN .....</b>	<b>46</b>





**Foto 1.1** Waterteunisbloem in de Wehlse Beek en Didamse Leigraaf. Boven vegetatief te midden van Stomphoekig sterrenkroos, onder in bloei boven een dek van Klein kroos.

# 1 INLEIDING

Vanaf 2006 zijn in het kader van KRW-monitoring vegetatieopnamen gemaakt in stromende en stilstaande wateren van de waterschappen Rijn en IJssel (WRIJ) en van Vallei en Veluwe (V&V) (o.a. Kikkert & Rutjes, 2006; Rutjes & Fortuin, 2007; Boedeltje, 2008, 2009, 2010; Boedeltje & De Vos, 2011, 2012 en 2013; Boedeltje 2012, 2013). Dit betreft niet alleen KRW-lichamen, maar ook wateren met een ecologische doelstelling (zogenaamde HEN- en SED-wateren). De vegetatieopnamen zijn daarbij volgens de KRW-richtlijnen gemaakt, in trajecten van 100 meter (Bijkerk 2010). Behalve van de vegetatie, heeft op veel locaties ook monitoring plaatsgevonden van fysisch-chemische eigenschappen van het oppervlaktewater.

In het Waterrapport 2008-2011 (Waterschap Rijn en IJssel, 2012) zijn de resultaten van de monitoring in het gebied van Rijn en IJssel gepresenteerd. De resultaten van vegetatiemonitoring in het gebied van waterschap Veluwe zijn in 2011 geëvalueerd (Bogerd & Boedeltje 2011). Het blijkt dat de vegetatie in diverse wateren niet voldoet aan het Goed Ecologisch Potentieel (GEP). Ook verschillende fysisch-chemische parameters voldoen niet aan het GEP voor chemie. Dit betreft onder meer de nutriënten totaal-stikstof, ammonium en totaal-fosfor. Hoewel sulfaat niet is opgenomen als parameter voor het GEP, zijn er recent wel milieugrenzen voor sulfaat in oppervlaktewater, grondwater, bodem en waterbodem voorgesteld (Brand et al. 2008). Binnen Rijn-Oost verband is een sulfaatsnorm voor oppervlaktewater van 60 mg/l (90 percentiel op jaarbasis) vastgesteld (Waterbeheerplan WRIJ 2010-2015). In het beheergebied van Waterschap Rijn en IJssel lag het sulfaatgehalte in de meeste wateren boven de norm (Waterschap Rijn en IJssel, 2012).

Oorzaken van de hoge sulfaatconcentraties in oppervlaktewater kunnen zijn:

- atmosferische depositie: met name in het verleden werd veel zwaveldioxide uitgestoten dat nu nog deels als sulfaat op het land aanwezig is;
- kunstmest en organische mest; uit organische stof; in de landbouw wordt o.a. ammoniumsulfaat toegevoegd aan drijfmest;
- oxidatie van pyrietlagen (lagen met veel pyriet (ijzersulfide)). Dit kan gebeuren bij uitdroging van de bodem, waarbij sulfide door zuurstof wordt geoxideerd tot sulfaat. Ook nitraat kan sulfaat vrijmaken. Als grondwater met nitraat (uitgespoeld vanuit bemeste landbouwpercelen) pyrietlagen passeert kan er volgens de volgende vergelijking sulfaat vrijkomen:  
$$2\text{FeS}_2 + 6\text{NO}_3 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{N}_2 \uparrow + 4\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$$
- huishoudelijk afvalwater. Effluenten van de zuiveringen van Aalten, Borculo, Dinxperlo, Etten, Lichtenvoorde, Ruurlo en Varsseveld verhoogden in de periode 2006-2010 de sulfaatconcentraties van het oppervlaktewater significant (Waterschap Rijn en IJssel, 2012); ook elders wordt dit gemeld (Vermaat et al. 2012).
- wateraanvoer van buiten het gebied (via Rijnwater, water uit de Oude IJssel) In de Oude IJssel bijvoorbeeld is de concentratie sulfaat bij de grens het hoogst van het gehele beheergebied (Waterschap Rijn en IJssel, 2012)

Verhoogde sulfaatconcentraties kunnen in wateren met een bodem die veel organische stof bevat voor problemen voor water- en moerasplanten zorgen (o.a. Lamers et al. 2003; Smolders et al. 2003; Lamers (red.) 2006). Onder zuurstofloze omstandigheden wordt in deze bodems sulfaat door micro-organismen in omgezet in sulfide, een voor veel wortelende waterplanten en moerasplanten toxische stof (Smolders & Roelofs 1996; Lamers et al. 2001; Smolders et al. 2003; Van der Welle et al. 2006). Wat betreft waterplanten sterft Krabbenscheer al bij waarden hoger dan 5-10  $\mu\text{mol/L}$  in het bodemwater (Smolders & Roelofs 1996) en Buigzaam glanswier bij waarden hoger dan 50  $\mu\text{mol/L}$  (Van der Welle et al. 2006). De grenswaarde waarboven schade optreedt bij de moerasplant Tweerijge zegge ligt bij 25  $\mu\text{mol/L}$  (Lamers 2001). In veel Nederlandse zoetwater laagveengebieden worden concentraties gemeten die 10 tot 100 maal hoger zijn dan deze waarden (Van der Welle 2007).

Naast een direct (toxisch) effect, heeft sulfide ook indirecte effecten op de biogeochemie van natte bodems. Sulfaat fungeert in natte zuurstofloze bodems als alternatieve elektronenacceptor voor zuurstof, waardoor het de afbraak van organisch materiaal versnelt. Bij deze afbraak komen, naast het hiervoor genoemde sulfide, ook nutriënten vrij in de vorm van fosfaat en ammonium (Smolders 2012). Sulfide bindt namelijk sterker aan ijzercomplexen dan fosfaat in de waterbodem en verdringt daarbij fosfaat dat oorspronkelijk aan het ijzer gebonden was (o.a. Lamers (red.) 2006; Smolders et al. 2006). Dit leidt tot het vrijkomen van fosfaat in het bodem- en oppervlaktewater (interne eutrofiëring). Indien hierdoor de fosfaatconcentratie van de waterlaag sterk toeneemt, kan dit leiden tot de ontwikkeling van een kroosdek (Boedeltje et al. 2005). De mate waarin belasting met sulfaat leidt tot eutrofiëring van het oppervlaktewater hangt sterk af van de verhouding tussen de ijzer- en zwavelvoorraad van de waterbodem (Smolders 2012).

Uit het onderzoek van De Lyon en Roelofs (1986) naar de relatie tussen de abiotiek en het voorkomen van waterplanten is gebleken dat veel soorten waterplanten voor kunnen komen bij een brede range aan sulfaatgehalten in het water. Enkele soorten zijn beperkt tot lage gehalten (<0,6 mmol/L), waaronder Klein fonteinkruid. Ook veel moerasplanten komen voor bij uiteenlopende sulfaatgehalten van het water. Een soort die is aangetroffen bij een relatief laag gehalte (<0,5 mmol/L) is onder meer Pijlkruid. Blaartrekkende boterbloem daarentegen kwam voor bij zowel lage als hoge (> 3 mmol/L) concentraties.

Vermaat et al. (2012a, 2012b) vonden dat de voor laagveenwateren karakteristieke en meest bijzondere waterplanten (o.a. Krabbenscheer en Spits fonteinkruid) voorkomen bij sulfaatconcentraties lager dan 0,5 mmol/L (ongeveer 50 mg/L).

Vrijwel al het onderzoek naar de mogelijk negatieve effecten van sulfaat op natte ecosystemen heeft zich de laatste decennia afgespeeld in laagveenwateren (o.a. samengevat in Lamers, 2006 en Vermaat et al. 2012a, 2012b). Of en in hoeverre hoge sulfaatconcentraties in waterlichamen in het (zand)landschap van Oost-Nederland, de Veluwe, de Gelderse Vallei en het gebied van de Eem een probleem vormen voor water- en moerasplanten is het onderwerp van deze studie. Centraal staat de *vraag* of de sulfaatconcentratie van de waterlaag een negatieve invloed heeft op vegetaties van wortelende waterplanten en moerasplanten in beken, rivieren en weteningen die in beheer zijn bij Waterschap Rijn en IJssel en Vallei en Veluwe. Aangezien sulfaat slechts één van de omgevingsfactoren is die van invloed kan zijn op het voorkomen van waterplanten, wordt het onderzoek breder ingestoken, dat wil zeggen dat het effect op waterplanten van zoveel mogelijk potentieel sturende factoren wordt onderzocht. Door het ontbreken van gegevens over de waterbodem, richt het onderzoek zich alleen op de relatie met waterkwaliteit, enkele dimensies, afvoer en stroming en het beheer.

## 1.2 ONDERZOEKSVRAGEN

Het onderzoek richt zich op de beantwoording van de volgende vragen:

- 1) Welke waterplantenvegetatietypen komen in de beheergebieden voor?
- 2a) Wat zijn de meest bepalende omgevingsfactoren voor de soortensamenstelling van waterplantenvegetaties in de watergangen van Waterschap Rijn en IJssel en Vallei en Veluwe? Is de sulfaatconcentratie hierin een stuurvariabele?
- 2b) Welk deel van de variatie is te verklaren met de huidige beschikbare abiotische gegevens?
- 3) Welke abiotische factoren<sup>1</sup> vormen significante voorspellers voor de ecologische kwaliteitsratio (EKR) voor macrofyten uit de Kaderrichtlijn Water in wateren van WRIJ? Is de sulfaatconcentratie één van deze voorspellers?

---

<sup>1</sup> Dit betreft de door WRIJ en V&V bepaalde fysisch-chemische factoren van het oppervlaktewater en enkele andere omgevingsfactoren (afvoer, stroming, dimensies, beheer)



4) Wat is het verband tussen de gewogen gemiddelde concentratie sulfaat, fosfaat, ammonium, nitraat, totaal-stikstof en totaal-fosfor in de waterlaag en het al dan niet aanwezig zijn van bepaalde soorten waterplanten? Is er een drempelwaarde voor de concentratie van deze stoffen in de waterlaag af te leiden, waarboven 'kritische' waterplanten<sup>2</sup> niet of in mindere mate voorkomen? Bij welke concentratie komen minder 'kritische' soorten voor? Zijn er ook waarden af te leiden waarboven wortelende waterplanten afwezig zijn?

### 1.3 LEESWIJZER

Dit onderzoek bestudeert de relatie tussen het voorkomen van water- en moerasplanten en omgevingsfactoren, waarvan oppervlaktewaterkwaliteit, stroming, afvoer, dimensies van watergangen en beheer de belangrijkste zijn. In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de methodiek, dat wil zeggen de wijze waarop de gegevens verzameld en (statistisch) bewerkt zijn. In hoofdstuk 3 worden de resultaten gepresenteerd. Dit gebeurt van 'groot naar klein', dat wil zeggen van het niveau van de vegetatie(typen) naar het niveau van de soort. Achtereenvolgens komen aan bod: 1) de resultaten van een clusteranalyse, uitmondend in een aantal clusters (groepen) van vegetatieopnamen, 2) de relatie tussen deze clusters en groepen van individuele soorten en de belangrijkste abiotische stuurvariabelen verkregen door ordinatie-analyse, 3) de ecologische kwaliteit (berekend volgens de Kaderrichtlijn Water) in relatie tot de omgevingsfactoren, uitgesplitst naar stromende en niet stromende wateren en 4) de relatie tussen enkele soorten water- en moerasplanten en de sturende omgevingsfactoren. In hoofdstuk 4 worden de onderzoeksvragen beantwoord en de resultaten kritisch besproken. Ook worden hier enkele aanbevelingen gedaan en worden conclusies gepresenteerd. Dit hoofdstuk is tevens een samenvatting van de belangrijkste bevindingen. Vervolgens volgt een overzicht van referenties, waarna in de bijlagen achtergrondinformatie is opgenomen.



**Foto 1.2** In de Wehlse Beek komt Paarbladig fonteinkruid voor, een soort die op toestroom van grondwater duidt. (Foto: Ger Boedeltje).

---

<sup>2</sup> Onder 'kritisch' wordt verstaan een groep van planten waarvan bekend is dat ze in eerder onderzoek (De Lyon & Roelofs 1986) vooral bij lage sulfaat- en fosfaatconcentraties voorkwamen (o.a. Klein fonteinkruid). Een in dit verband minder kritische soort is Schedefonteinkruid.

## 2 MATERIAAL EN METHODE

### 2.1 LIGGING MEETPUNTEN

In deze studie zijn de gegevens gebruikt van vegetatie en abiotische kenmerken van meetpunten in watergangen gelegen in het beheergebied van de waterschappen Vallei en Veluwe en Rijn en IJssel. Het gaat om lijnvormige stilstaande wateren, in de Kaderrichtlijn water (KRW) gedefinieerd als gebufferde kleine regionale kanalen (type M3) en grote ondiepe kanalen (type M6) (Evers et al. 2007) en om stromende wateren, in de KRW gedefinieerd als langzaam stromende midden- of benedenlopen van beken op zand (type R5) en permanent langzaam stromende bovenlopen op zand (type R4) (Van der Molen et al. 2012). De ligging van de gebruikte meetpunten en het watertype zijn vermeld in bijlage 1. De gegevens zijn verzameld tussen 2007 en 2013. Wanneer een locatie gedurende meerdere jaren is bemonsterd, zijn de meest recente data in de analyse gebruikt.

### 2.2 OPNEMEN VAN DE VEGETATIE IN PROEFVAKKEN

Het opnemen van de vegetatie is gebeurd volgens de KRW-richtlijnen (Bijkerk 2010). Elk proefvak (van 100 m lengte) is tweezijdig vanuit het water en vanaf de oever bemonsterd, waarbij voor ondergedoken waterplanten uit diepe watergedeelten gebruik is gemaakt van een hark. In een proefvak is de bedekking (in %) van elk van de volgende vegetatielagen geschat:

- krooslaag;
- laag van ondergedoken (submerse) planten (bijv. Smalle waterpest);
- laag van drijfbladplanten (bijv. Gele plomp);
- laag van boven water groeiende en onder water wortelende (emerse) planten (bijv. Pijlkruid);
- algenlaag (flab);
- oevervegetatie.

Bij de bedekking van de oevervegetatie is onderscheid gemaakt tussen de bedekking van bomen en struiken enerzijds en van grassen en kruiden anderzijds.

De abundantie van een soort in een proefvak is geschat als percentage van het begroeibare areaal (Bijkerk 2010). Aangezien de onderzochte waterlichamen zo ondiep en/of helder waren dat het doorzicht gelijk was aan de waterdiepte, is de abundantie geschat als percentage bedekking van het proefvak. Indien van een soort de bedekking lager was dan 5% is ook het aantal exemplaren geteld of geschat. Deze gecombineerde schatting van aantallen en bedekkingspercentages is in overeenstemming gebracht met de Tansley-schaal (tabel 2.1).

Getal/code	Beschrijving	Vertaling naar % en exemplaren
1 r	rare (zeldzaam voorkomend)	<5% en < 5 ex. totaal
2 o	occasional (hier en daar voorkomend)	<5% en 5-20 ex. totaal
3 lf	lokaal frequent voorkomend	<5% en 20-100 ex. totaal (lokaal)
4 f	frequent voorkomend	<5% en >100 ex. totaal (gehele proefvak)
5 la	lokaal abundant voorkomend	5-12,5%
6 a	abundant voorkomend	12,5-25%
7 ld	lokaal dominant voorkomend	25-50%
8 cd	co-dominant (met ander overheersend)	50-75%
9 d	dominant (overheersend)	75-100%

Tabel 2.1. Tansley-opnameschaal met de vertaling naar aantallen en bedekking per proefvak.

### 2.3 GEBRUIKTE VEGETATIEOPNAMEN

De gebruikte vegetatieopnamen stammen hoofdzakelijk uit de periode 2011-2013, een klein aantal is eerder gemaakt (bijlage 1). In elk jaar werd de vegetatie opgenomen tussen 15 juni en 15 augustus.

## 2.4 BESCHIKBARE EN GEBRUIKTE FYSISCH-CHEMISCHE GEGEVENS

De voor een bepaald meetpunt gebruikte fysisch-chemische gegevens zijn afkomstig uit het jaar voorafgaande aan het jaar van de gebruikte vegetatieopname van dat punt. Indien er van dat jaar onvoldoende gegevens waren, zijn gegevens uit vegetatie-opnamejaar gebruikt. Uitzonderingen zijn het gehalte aan bicarbonaat en ijzer en de alkaliniteit die vanaf 2010 niet of nauwelijks meer in het meetprogramma voorkwamen. Om deze parameters toch mee te laten doen in de analyses, zijn –afhankelijk van de beschikbaarheid- gegevens gebruikt uit 2010, 2009 of 2008.

## 2.5 CONTROLE EN VOORBEWERKING VAN DE DATA

Alvorens met het analyseren van de data werd begonnen, zijn de data kritisch beschouwd en is een aantal voorbereidingen uitgevoerd. In deze paragraaf worden de controle en algemene voorbereidingen van de vegetatiegegevens en abiotische data besproken; een aantal specifieke voorbereidingen komt bij de bespreking van de analyses in de paragrafen 2.6 en 2.7 aan bod.

### Controle en voorbereiding van de vegetatiedata bestaande uit de volgende onderdelen:

- Controle van de namen op synoniemen, waarbij voor elk taxon één naam wordt gebruikt;
- Verwijderen van taxa uit de dataset die niet tot op soort zijn gedetermineerd zoals *Callitriche spec.* en *Chara spec.*;
- Hoewel het overgrote deel van de opnamen in de KRW-inventarisatieperiode (15 juni – 15 augustus; Bijkerk, 2010) werden gemaakt, bevatte de dataset ook opnamen buiten deze periode. Deze opnamen zijn niet bij de analyses betrokken;
- Controle van de bedekking van de boom- en struiklaag. Aangezien de factor licht één van stuurfactoren is voor ondergedoken waterplanten, zijn de opnamen met een boom- of struiklaag die een schaduwpercentage >15% op het wateroppervlak gaven, verwijderd. Aangezien de abundantie van de plantensoorten is geschat volgens de negendelige Tansley-schaal (tabel 2.1), is geen transformatie naar logaritmische klassen uitgevoerd.

### Controle en voorbereiding van de abiotische factoren bestond uit de volgende onderdelen:

- Controle van de eenheden en controle op sterk afwijkende waarden per variabele;
- Codering van de milieuv variabelen;
- Variabelen die te maken hebben met afvoer/droogval werden als volgt gecodeerd: 1 = permanent stromend; 2 = afvoerloosheid; 3 = droogval;
- Berekenen van het jaargemiddelde en zomergemiddelde van elke parameter. Het gemiddelde is berekend voor het jaar waarin de vegetatieopname op betreffende locatie is gemaakt of voor het voorafgaande jaar (zie 2.4). Voor bicarbonaat, ijzer en de alkaliniteit zijn ook gegevens uit voorafgaande jaren gebruikt (zie 2.4);
- Controleren op ontbrekende data. Voor de analyses is een volle matrix nodig; indien een variabele in een bepaalde periode ontbrak, is het gemiddelde over een kortere periode berekend en ingevuld. Indien voor een meetpunt veel milieuv variabelen ontbraken, is deze uit de dataset verwijderd;
- Transformeren van de data volgens  $^{10}\log(x+1)$ , behalve pH en nominale variabelen Dit is gedaan omdat de gebruikte analysetechnieken gevoelig zijn voor extreme waarden.
- De stroomsnelheid is door beide schappen verschillend gemeten. Bij V&V werd tijdens een bemonstering de stroomsnelheid gemeten, bij WRIJ is de stroomsnelheid bij piekafvoer (T=100) berekend. De gemiddelde stroomsnelheid van weteringen van V&V bedraagt 0,076 m/s. De gemiddelde stroomsnelheid bij piekafvoer van de weteringen, de Grote waterleiding, Noordijkerkanaal, Veengoot en Barchemse Veengoot in het WRIJ-gebied RIJ bedraagt 0,316. Dit is 4,1 x zo veel. Omdat de dimensies vergelijkbaar zijn is aangenomen dat de gemiddelde stroomsnelheid van deze wateren niet tussen de beide schappen verschilt. Om de stroomsnelheid als mogelijk verklarende factor te kunnen opnemen zijn de data van WRIJ, inclusief die van de stromende wateren, gedeeld door 4. Dit vormt de best mogelijke benadering om de stroomsnelheden bij piekafvoer om te rekenen naar gemiddelde stroomsnelheid.

## 2.6 BEPALEN STUURVARIABELEN VEGETATIE

### 2.6.1 VOORBEWERKING EN GEBRUIKTE OPNAMEN

Elke vegetatieopname omvatte het water, de overgangszone tussen water en land en het (lage) talud of de (lage) oever van een watergang. Hierdoor bevatte elke opname soorten die geen of slechts gedeeltelijk een binding met het water hebben zoals Grote brandnetel, Fluitenkruid en Glanshaver. Aangezien het in deze analyse gaat om de (mogelijke) relatie tussen de kwaliteit van de waterlaag en de water- en moerasplantenvegetatie, zijn deze soorten uit de dataset verwijderd. De uiteindelijk in de analyses gebruikte soorten zijn te vinden in bijlage 8

### 2.6.2 CLUSTERANALYSE

Door middel van het programma TWINSPAN (Hill & Smilauer 2005) zijn de vegetatieopnamen gegroepeerd in clusters of vegetatietypen. Elk type wordt kort beschreven, waarbij de differentiërende soorten worden genoemd. Deze analyse is uitgevoerd met zowel de gehele dataset als de datasets van de afzonderlijke waterschappen.

### 2.6.3 ORDINATIE

#### Ordinatie – directe gradiënt analyse

De relatie tussen de vegetatiesamenstelling en de abiotische variabelen is onderzocht door middel van een directe gradiënt analyse of gebonden ordinatie; CCA (Canonical Correspondence Analysis), uit het programma CANOCO (Ter Braak & Smilauer 1998). Om de resultaten van de ordinatie te kunnen interpreteren met behulp van de milieuvariabelen zijn in deze analyse de correlatiecoëfficiënten berekend tussen elk van de milieuvariabelen en elk van de ordinatieassen (Jongman et al. 1987).

De optie “forward selection” uit het programma CANOCO is gebruikt om de meest bepalende factoren te bepalen. Ook is met het programma vastgesteld, welk deel van de variatie in de dataset bepaald wordt met de beschikbare abiotische gegevens.

#### *Presentatie resultaten*

Het resultaat van een CCA is weergegeven in een diagram, een coördinatenstelsel, dat gevormd wordt door zogenaamde ordinatieassen, waarin de vegetatieopnamen in de vorm van puntenwolken zijn gerangschikt en waarin numerieke milieuvariabelen met pijlen worden weergegeven. De pijl wijst in de richting van de maximale verandering van de betreffende milieuvariabele in het diagram, de lengte is evenredig met de mate van verandering in deze richting. Milieuvariabelen met lange pijlen zijn hierbij sterker gecorreleerd met de ordinatieassen, dan die met korte pijlen, en zijn daarom beter gerelateerd aan het patroon van variatie in de soortensamenstelling (Jongman et al. 1987). Deze techniek is ook gebruikt bij de trendanalyse en ruimtelijke analyse van de macrofaunagegevens van Waterschap Rijn en IJssel (Nijboer & Boedeltje 2010). De CCA-diagrammen zijn eveneens ‘vertaald’ en toegelicht naar waterplanten en vegetatietypen.

## 2.7 ECOLOGISCHE KWALITEIT IN RELATIE TOT ABIOTISCHE FACTOREN

#### Bepalen ecologische kwaliteit

Binnen de KRW wordt een maatlat gedefinieerd als “de beoordeling van een type per biologische kwaliteitselement” (Van der Molen et al. 2012). Een maatlat is opgebouwd uit een aantal deelmaatlaten, waarbij gebruik is gemaakt van indicatoren. Naast de referentie of zeer goede ecologische toestand (bij natuurlijke wateren), bevat de maatlat van een natuurlijk watertype nog 4 klassen: goed, matig, ontoereikend en slecht. Voor sterk veranderde wateren en kunstmatige wateren is het Maximaal Ecologisch Potentieel (MEP) het hoogste ecologische niveau en het hiervan afgeleide Goed Ecologisch Potentieel (GEP) is de norm.

Van alle vegetatiemeetpunten, waarvan tevens abiotische gegevens beschikbaar waren, is de KRW-score voor macrofyten op de maatlat van het betreffende watertype bepaald met behulp van de meest recente versie (5.31) van het programma QBWAT (Pot 2014). De score, Ecologische

Kwaliteits Ratio (EKR) genoemd, is een dimensieloos getal tussen 0 en 1, berekend als de verhouding tussen de huidige ecologische toestand en de referentietoestand.

De in de werkgebieden onderzochte stromende wateren behoren tot het type R4, R5 en R6 (§ 2.1, bijlage 1). Aangezien de maatlatten sterk overeenkomen, zijn alle stromende wateren getoetst aan de maatlat van het type R5 (bijlage 1).

De onderzochte niet-stromende wateren behoren tot het type M1, M3 en M6. Aangezien ook van deze typen de maatlatten overeenkomen en de meeste wateren onder het type M3 vallen, zijn alle niet-stromende wateren getoetst aan de maatlat van het type M3 (bijlage 1).

De maatlatten van beide watertypen bestaan uit een deelmaatlat voor abundantie en een deelmaatlat voor soortensamenstelling, waarbij de uiteindelijke maatlatscore bestaat uit het rekenkundig gemiddelde van de maatlatscores voor abundantie en soortensamenstelling.

Bij het type R5 is de deelmaatlat voor abundantie samengesteld uit de volgende groeivormen: submers, drijfblad, emers, kroos, draadwier of flab en oevervegetatie (bos). Submerse planten en drijfbladplanten worden samen beoordeeld (tabel 2.2).

**DEELMAATLAT VOOR ABUNDANTIE VAN GROEIVORMEN (BEDEKKINGSPERCENTAGE VAN HET WATERLICHAAM OF HET BEGROEIBARE AREAAL) VOOR TYPE R5**

Groeivorm	Slecht	Ontoereikend	Matig	Goed	Zeer goed	Referentie waarde
Submers & Drijvend	-	0-1% 80-100%	1-5% 60-80%	5-20% 45-60%	20-45%	30%
Emerse vegetatie	>75%	0-1% 50-75%	1-3% 30-50%	3-5% 20-30%	5-20%	10%
Draadwier/Flab	50-100%	30-50%	10-30%	3-10%	0-3%	1%
Kroos	50-100%	30-50%	10-30%	3-10%	0-3%	1%
Oeverbegroeiing (bos)	0-10%	10-20%	20-40%	40-60%	60-100%	80%

**Tabel 2.2.** Deelmaatlat voor abundantie behorende bij het watertype R5 (uit Van der Molen et al. 2012).

Voor de deelmaatlatten flab/draadwieren en kroos geldt een bijzondere bepaling. Wanneer deze deelmaatlatten een EKR van 0,6 of meer bereiken dan worden ze in de verdere berekening als niet relevant beschouwd en genegeerd. De reden daarvoor is dat “ het (vrijwel) afwezig zijn van deze groeivormen, wat leidt tot een hogere score, weliswaar op een goede kwaliteit kan duiden, maar ook op een situatie die zo slecht is dat deze groeivorm zich daardoor niet kan ontwikkelen” (Van der Molen et al. 2012).

Bij het type M3 is de deelmaatlat voor abundantie samengesteld uit de bedekking met submerse vegetatie, drijfbladplanten en emerse vegetatie. De laatste twee zijn als één groeivorm samengenomen (tabel 2.3; Evers et al. 2012).

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

Groeivorm	MEP	GEP	Matig	Ontoereikend	Slecht
Submerse vegetatie	30%	20-60%	10-20% 80-100%	5-10% 60-80%	< 5%
Drijvende en emerse vegetatie	40%	25-80%	15-25% 80-90%	5-15% 90-100%	< 5%

**Tabel 2.3.** Maatlat voor abundantie behorende bij het watertype M3 (uit Evers et al. 2012).



### Regressieanalyse

Er is een meervoudige lineaire regressieanalyse gebruikt om te bepalen welke factoren de beste voorspellers zijn van de ecologische kwaliteit (uitgedrukt in EKR). De berekende EKR-score was daarbij de afhankelijke variabele, de abiotische factoren vormden de onafhankelijke of verklarende variabelen. Aangezien individuele EKR's meestal niet normaal verdeeld zijn (Baggelaar et al. 2010), zijn ze voor analyse getransformeerd. De toegepaste transformatie is de logit-transformatie:

$$EKR^* = \ln \left( \frac{EKR}{1-EKR} \right) \text{ waarbij EKR}^* \text{ de waarde is in de logit-schaal (Baggelaar et al. 2010).}$$

Alvorens de analyse plaatsvond, is een matrix van correlatiecoëfficiënten tussen de milieuvariabelen gemaakt en bestudeerd. Er is sprake van collineariteit wanneer twee of meer verklarende variabelen (sterk) met elkaar correleren. Aangezien collineariteit ongewenste effecten kan hebben op de geschatte regressieparameters (Quinn & Keough 2002), zijn de abiotische factoren die sterk met anderen gecorreleerd waren, niet bij de regressieanalyse betrokken. De regressieanalyse is tweemaal uitgevoerd: met de gemiddelde waarden van de zomerperiode en met de gemiddelde jaarwaarden. Dit is per KRW-watertype gedaan. Hierbij zijn de opnamen verdeeld over de KRW-typen R5 (beken) en M3 (kleine kanalen). De analyses zijn uitgevoerd met behulp van het programma IBM SPSS Statistics 20.

Daarnaast is gebruik gemaakt van het onderdeel 'curve-estimation' uit SPSS, waarbij behalve het lineaire model ook kwadratische, kubische en exponentiële modellen zijn gebruikt.

## **2.8 SULFAAT, FOSFAAT EN STIKSTOF IN RELATIE TOT WATERPLANTEN**

### Logistische regressieanalyse

In deze analyse is de afhankelijke variabele het wel of niet voorkomen van een plant, terwijl de verklarende variabele de concentratie van sulfaat, fosfaat, ammonium en nitraat is. We veronderstelden dat de afhankelijke variabele twee waarden heeft: aanwezig (= 1) of afwezig (= 0). Er is gewerkt met meerdere soorten waterplanten, waaronder soorten die in eerder onderzoek (De Lyon & Roelofs 1986) bij relatief lage sulfaatwaarden voorkwamen, zoals Klein fonteinkruid, Rossig fonteinkruid, Glanzig fonteinkruid en Waterviolier en soorten die vooral bij relatief hoge sulfaatconcentraties voorkwamen, waaronder Grof hoornblad en Schedefonteinkruid.

### Bepalen drempelwaarde van sulfaat, fosfaat en stikstof waarbij planten voorkomen

Van elk meetpunt waarvan abiotische en plantengegevens beschikbaar waren, zijn gewogen jaar- en zomergemiddeldes berekend voor sulfaat, orthofosfaat, ammonium en nitraat. Immers, het maakt nogal wat uit of er één kroosplantje in een proefvlak aanwezig is of dat het gehele proefvlak is bedekt met een kroosdek. Om tot een gewogen gemiddelde te komen zijn de gevonden meetwaarden van een parameter in een proefvak vermenigvuldigd met het getal uit de Tansley-abundantieschaal (tabel 2.1) waarmee een soort in het proefvak voorkwam.

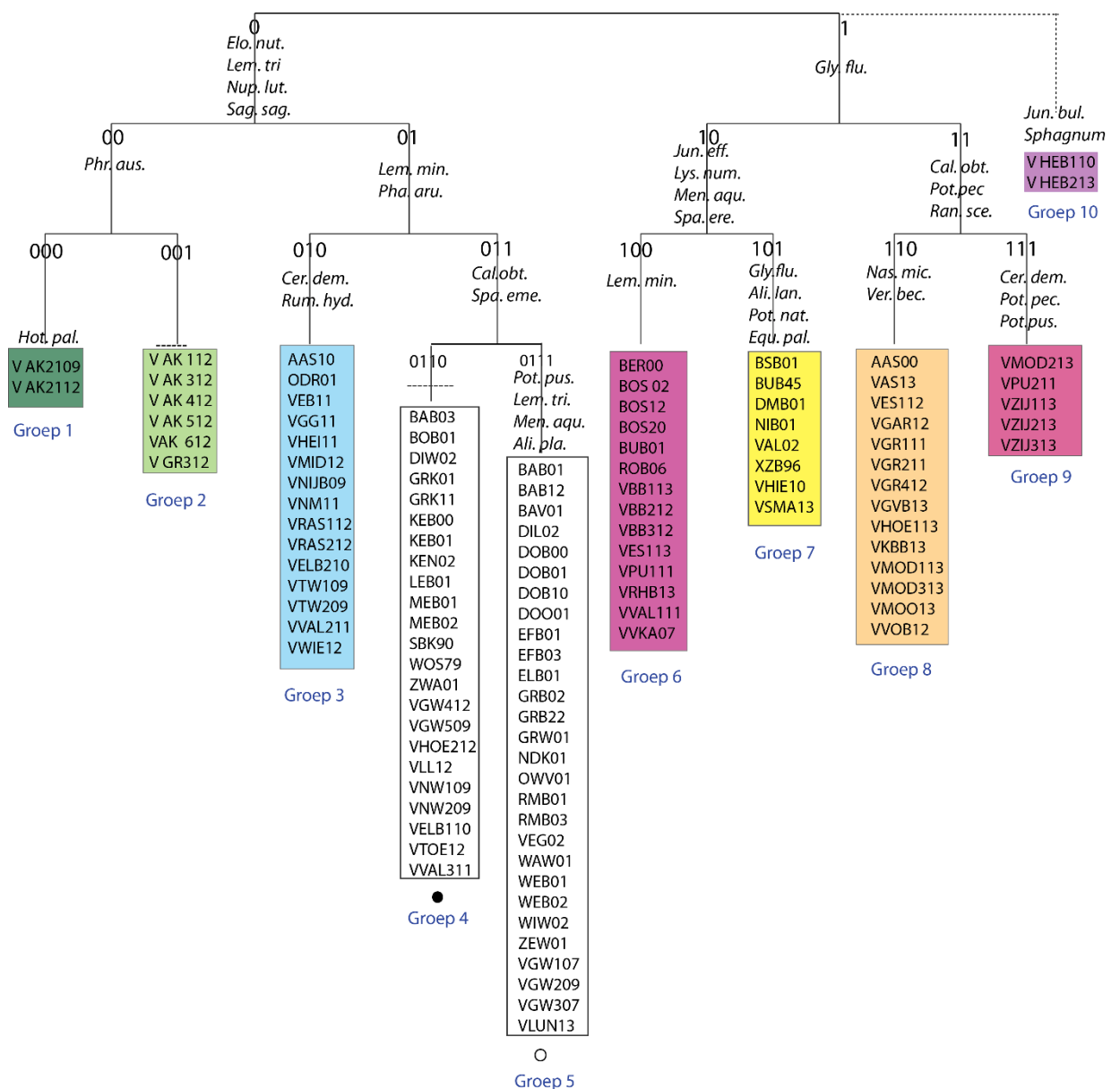
Er zijn vervolgens twee grafieken gemaakt. In de eerste is de fosfaatconcentratie op de y-as uitgezet tegen de sulfaatconcentratie op de x-as, in de tweede is de ammoniumconcentratie op de y-as uitgezet tegen de nitraatconcentratie op de x-as. In elke grafiek zijn de gewogen gemiddelde waarden van de waterplanten geplot, waarna gekeken is boven welke concentratie (kritische) waterplanten niet meer voorkomen. Deze waarde is dan beschouwd als drempelwaarde.

### 3 RESULTATEN

#### 3.1 CLUSTERANALYSE: DE VEGETATIETYPEN IN HOOFDLIJNEN

In het beheergebied komen beschaduwde en niet-beschaduwde wateren voor. De beschaduwde wateren, die doorgaans in bossen liggen, bevatten door lichtgebrek geen waterplanten en zijn om die reden niet in analyses naar de relatie tussen vegetatie-waterkwaliteit opgenomen.

Het resultaat van de clusteranalyse van de opnamen uit niet-beschaduwde wateren, waarvan tevens fysisch-chemische gegevens beschikbaar waren, is weergegeven in figuur 3.1. De stappen die hebben geleid tot het onderscheiden van tien groepen zijn te vinden in kader 3.1.



**Figuur 3.1** TWINSpan-indeling van de opnamen met water- en moerasplanten. Kenmerkende soorten zijn in cursief aangegeven. De groepen zijn in de CCA-diagrammen met dezelfde kleuren weergegeven. Voor de betekenis van de afkortingen en de Nederlandse soortennamen zie bijlage 7.

### Kader 3.1

De clusteranalyse leidde allereerst tot twee hoofdclusters:

**0)** Het hoofdcluster met Smalle waterpest (*Elodea nuttallii*), Puntkroos (*Lemna trisulca*), Gele plomp (*Nuphar lutea*) en Pijlkruid (*Sagittaria sagittifolia*). Het gaat in het algemeen om beken en kanalen die het hele jaar watervoerend zijn.

**1)** Het hoofdcluster met Mannagras (*Glyceria fluitans*), dat vegetatievormend of in smalle stroken in en langs beken en wetingen is te vinden. In het algemeen gaat het om relatief ondiepe wateren, waarvan een deel, zoals we hierna zullen zien, droogvalt.

Hoofdcluster **0)** is bij de tweede TWINSPAN-deling gesplitst in cluster 00 met Riet (*Phragmites australis*) en groep 01 met Rietgras (*Phalaris arundinacea*) en Klein kroos (*Lemna minor*).

Cluster 00 omvat alle opnamen van het Apeldoorns Kanaal en één opname van de Grift (fig. 3.1). Op basis van de aan- of afwezigheid van Waterviolier (*Hottonia palustris*), Teer vederkruid (*Myriophyllum alterniflorum*), Drijvende waterweegbree (*Luronium natans*) en Grote waterranonkel (*Ranunculus peltatus*), is groep 00 verder gesplitst in de deelclusters 000 en 001. Deelgroep 000 omvat de opnamen uit 2009 en 2012 van de locatie waar de Veldhuizer spreng in het kanaal uitmondt. De soorten duiden op zwak gebufferd, nutriëntenarm water (Bloemendaal & Roelofs 1988). In de opnamen van deelgroep 001 ontbreken genoemde soorten en wordt het beeld bepaald door onder meer Smalle waterpest.

Cluster 01 is bij de derde TWINSPAN-deling gesplitst in deelcluster 010 met Grof hoornblad (*Ceratophyllum demersum*) en Waterzuring (*Rumex hydrolapathum*) en deelcluster 011 met Stomphoekig sterrenkroos (*Callitriche obtusangula*). Grof hoornblad, dat duidt op hard, nutriëntenrijk water, vinden we in brede stilstaande of zwak-stromende wateren, waaronder het gekanaliseerde deel van de Aa-Strang en de Oude Rijn van Waterschap Rijn en IJssel, en het Wiel, de Rassenbeek en het Valleikanaal van Waterschap Vallei en Veluwe (fig. 3.1).

Deelcluster 011 is gesplitst in twee groepen: 0110 zonder kenmerkende soorten en 0111 met Tenger fonteinkruid (*Potamogeton pusillus*), Watermunt (*Mentha aquatica*) en Slanke waterweegbree (*Alisma lanceolata*). Beide groepen bevatten het merendeel (37) van de 53 opnamen van Waterschap Rijn en IJssel. Wat betreft Waterschap Vallei en Veluwe gaat het om twaalf van de 62 opnamen (fig. 3.1)

Hoofdcluster **1)** is bij de tweede TWINSPAN-deling gesplitst in cluster 10 met Pitrus (*Juncus effusus*), Penningkruid (*Lysimachia nummularia*), Watermunt en Grote egelskop (*Sparganium erectum*) en cluster 11 met Stomphoekig sterrenkroos, Schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) en Blaatrekkende boterbloem (*Ranunculus sceleratus*). De vegetatieopnamen uit het heidetraject van de Heelsumse Beek vormen door hun sterk afwijkende soortensamenstelling een aparte groep.

Cluster 10 is bij de derde TWINSPAN-deling gesplitst in deelcluster (groep) 100 met Klein kroos (*Lemna minor*), waartoe de wat diepere, stromende tot stilstaande wateren als Berkel, Boven Slinge en Barneveldse Beek behoren (fig. 3.1) en deelcluster (groep) 101 met o.a. Mannagras, Slanke waterweegbree, Drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*) en Lidrus (*Equisetum palustre*). De wateren waarin dit vegetatietype voorkomt zijn in het algemeen smal en ondiep, waarbij ook droogval kan optreden: Bergerslagbeek, Dommerbeek, Smallertsebeek en Hierdense Beek. In de Bergerslagbeek en Smallertsebeek komt onder meer Rossig fonteinkruid (*Potamogeton alpinus*) voor.

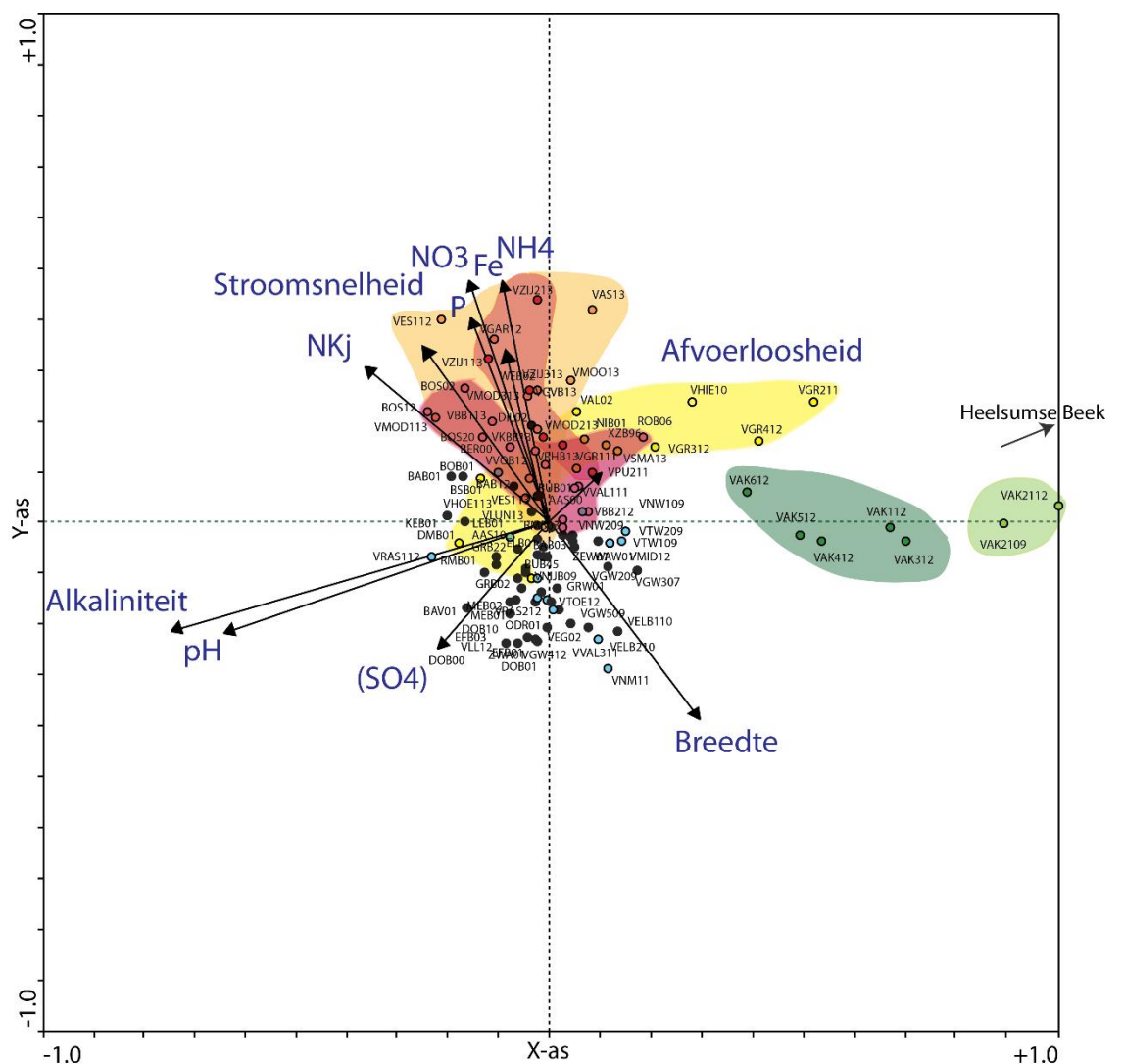
Cluster 11 is gesplitst in deelcluster (groep) 110 met Slanke waterkers (*Nasturtium microphyllum*) en Beekpunge (*Veronica beccabunga*) en deelcluster (groep) 111 met Grof hoornblad, Schedefonteinkruid en Tenger fonteinkruid. Hoewel de vegetatie in beide deelgroepen op hard, nutriëntenrijk water wijst, is dit het meest uitgesproken in deelcluster 111. Op de Aastrang en Puttenerbeek na, gaat het om wateren die liggen in de Gelderse Vallei.

## 3.2 STUURFACTOREN VOOR WATER- EN MOERASPLANTEN

### 3.2.1 CC-ANALYSE GEBASEERD OP JAARGEMIDDELDEN VAN ALLE OPNAMEN

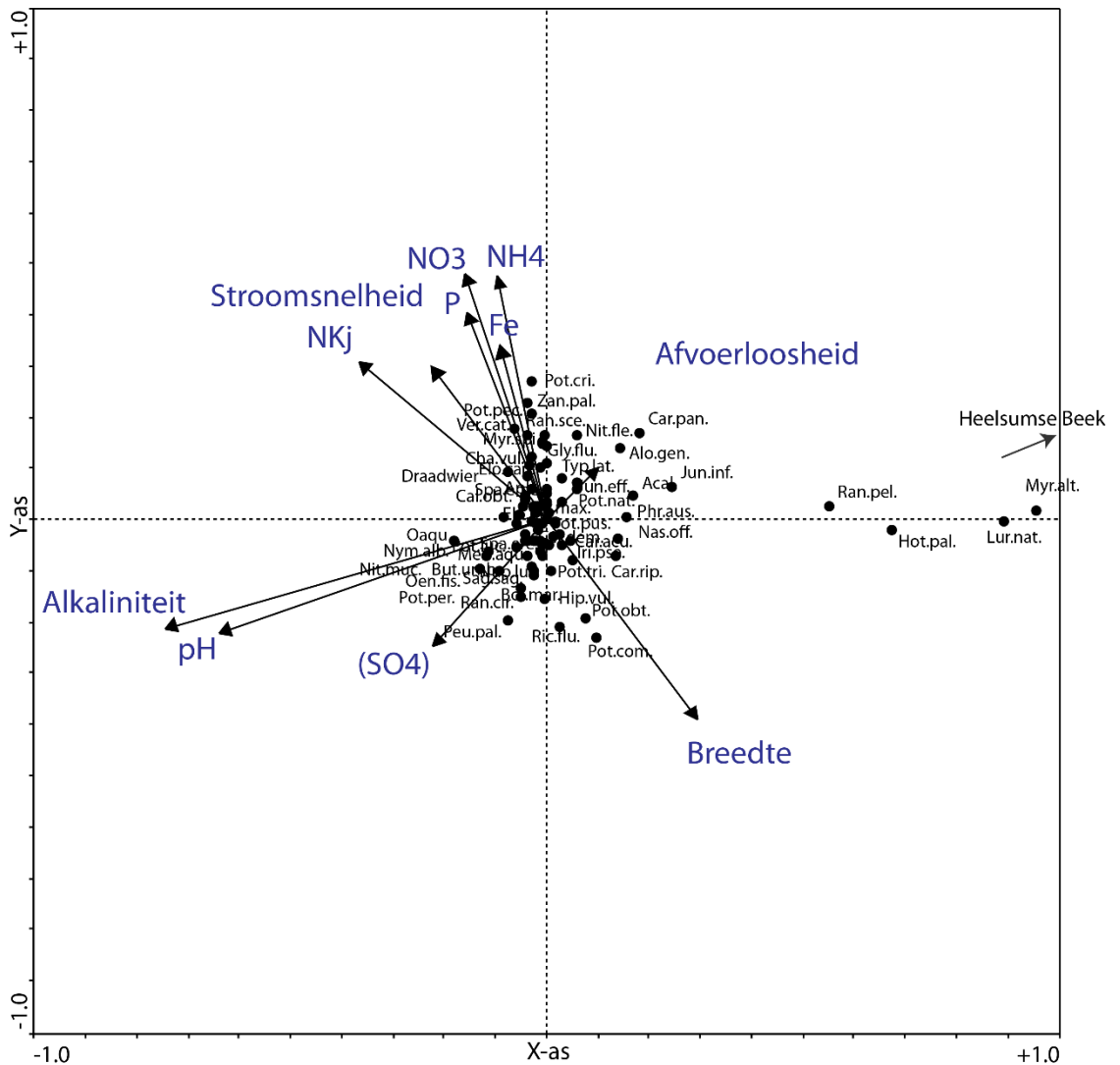
In het CCA-diagram (fig. 3.2) zijn de TWINSPAN-groepen 1 en 2 uit het Apeldoorns Kanaal apart langs de x-as te onderscheiden. Ze komen voor bij een lage alkaliniteit en een relatief lage zuurgraad. Groep 10 met twee veenmosopnamen uit de Heelsumse Beek valt buiten het diagram en wordt gekenmerkt door een (zeer) lage alkaliniteit en zuurgraad (zie verder fig. 3.5). De groepen 6 t/m 9 van hoofdcluster 1 bevinden zich hoofdzakelijk langs de y-as bij hoge concentraties stikstof en totaal-fosfor, de groepen 3, 4 en 5 van hoofdcluster 0 liggen daaronder en vertonen veel overlap.

De belangrijkste stuurvariabelen voor de vegetatie zijn alkaliniteit, zuurgraad, de nutriënten stikstof en fosfor en in mindere mate stroomsnelheid en breedte. De verklaarde variantie van de soort-milieu relatie door beide assen bedraagt 31,7%.



**Figuur 3.2** CCA-diagram met opnamen ingedeeld volgens de TWINSPAN-groepen (fig. 3.1). De milieuv variabelen representeren jaargemiddelde waarden. De eigenwaarden van as 1 (x-as) en 2 (y-as) zijn respectievelijk 0,243 en 0,153. De milieufactoren die een significant verband vertonen met de vegetatiesamenstelling zijn zonder haakjes weergegeven. Voor de F- en P-waarden zie bijlage 3. De verklaarde variantie van de soort-milieu relatie door de assen 1 en 2 bedraagt 31,7%.

Figuur 3.3 is het CCA-diagram met soorten en milieuvariabelen. Het laat onder meer zien dat Teer vederkruid (*Myriophyllum alterniflorum*), Waterviolier (*Hottonia palustris*), Drijvende waterweegbree (*Luronium natans*) en Grote waterranonkel (*Ranunculus peltatus*) voorkomen bij een lage alkaliniteit en zuurgraad, dat Gekroesd fonteinkruid (*Potamogeton crispus*), Zittende zannichellia (*Zannichellia palustris*) en Schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) voorkomen bij hoge concentraties ammonium, nitraat en fosfaat en dat soorten als Witte waterlelie (*Nymphaea alba*), Melkeppe (*Peucedanum palustre*) en Pijptorkruid (*Oenanthe fistulosa*) voorkomen bij een relatief hoge alkaliniteit, zuurgraad en sulfaatgehalte.



**Figuur 3.3** CCA-diagram met soorten. De analyse is uitgevoerd met jaargemiddelde waarden van de milieufactoren. Voor statistische gegevens zie figuur 3.2 en bijlage 3. Voor betekenis van de afkortingen van de soorten, zie bijlage 7.

Een gedetailleerde vergelijking van de milieuvorkeur van de vegetatiegroepen is te vinden in bijlage 2; een aantal variabelen is apart opgenomen in tabel 3.1. Enkele opvallende zaken worden hierna besproken.



Groep		NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	pH	PO <sub>4</sub>	P <sub>tot</sub>	SO <sub>4</sub>	Alk	Ca	EKR
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	mg/l	
1	Gem.	0,10 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	9,32 <sup>b</sup>	6,91 <sup>b</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	23,0 <sup>a</sup>	0,38 <sup>a</sup>	13,2 <sup>a</sup>	0,258 <sup>a</sup>
	s.f.	0,00	0,00	0,07	0,13	0,10	0,00	0,00	1,2	0,01	0,8	0,026
2	Gem.	0,17 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>	9,26 <sup>b</sup>	7,43 <sup>c</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,09 <sup>ab</sup>	28,0 <sup>ab</sup>	0,77 <sup>a</sup>	20,0 <sup>a</sup>	0,315 <sup>a</sup>
	s.f.	0,05	0,01	0,23	0,34	0,06	0,01	0,03	2,3	0,15	2,4	0,047
3	Gem.	0,36 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,91 <sup>a</sup>	8,88 <sup>b</sup>	7,73 <sup>d</sup>	0,07 <sup>a</sup>	0,18 <sup>ab</sup>	39,0 <sup>ab</sup>	3,36 <sup>b</sup>	69,7 <sup>bc</sup>	0,327 <sup>a</sup>
	s.f.	0,06	0,00	0,33	0,23	0,05	0,02	0,03	4,2	0,31	5,3	0,030
4	Gem.	0,21 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>	9,19 <sup>b</sup>	7,70 <sup>cd</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,10 <sup>ab</sup>	47,6 <sup>ab</sup>	3,94 <sup>b</sup>	83,5 <sup>bc</sup>	0,324 <sup>a</sup>
	s.f.	0,02	0,00	0,22	0,27	0,03	0,01	0,01	3,5	0,19	3,6	0,029
5	Gem.	0,24 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	2,28 <sup>a</sup>	9,39 <sup>b</sup>	7,62 <sup>cd</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,11 <sup>ab</sup>	57,8 <sup>b</sup>	4,56 <sup>b</sup>	97,5 <sup>c</sup>	0,376 <sup>a</sup>
	s.f.	0,02	0,00	0,49	0,21	0,02	0,01	0,01	3,8	0,14	4,0	0,024
6	Gem.	0,26 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	2,64 <sup>a</sup>	9,97 <sup>b</sup>	7,72 <sup>d</sup>	0,06 <sup>a</sup>	0,15 <sup>ab</sup>	42,8 <sup>ab</sup>	3,22 <sup>b</sup>	70,1 <sup>bc</sup>	0,388 <sup>a</sup>
	s.f.	0,03	0,00	0,56	0,67	0,04	0,01	0,02	4,3	0,28	5,3	0,022
7	Gem.	0,20 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	2,71 <sup>a</sup>	9,70 <sup>b</sup>	7,56 <sup>cd</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,08 <sup>ab</sup>	52,9 <sup>ab</sup>	3,31 <sup>b</sup>	72,0 <sup>bc</sup>	0,397 <sup>a</sup>
	s.f.	0,03	0,00	0,70 <sup>a</sup>	0,21	0,06	0,01	0,01	7,2	0,71	14,2	0,062
8	Gem.	0,39 <sup>a</sup>	0,08 <sup>a</sup>	1,54 <sup>a</sup>	9,03 <sup>b</sup>	7,61 <sup>cd</sup>	0,09 <sup>a</sup>	0,24 <sup>bc</sup>	30,2 <sup>ab</sup>	3,12 <sup>b</sup>	64,9 <sup>bc</sup>	0,326 <sup>a</sup>
	s.f.	0,07	0,03	0,35	0,40	0,06	0,02	0,04	2,8	0,53	10,2	0,024
9	Gem.	1,87 <sup>b</sup>	0,16 <sup>b</sup>	2,02 <sup>a</sup>	6,24 <sup>a</sup>	7,46 <sup>cd</sup>	0,22 <sup>b</sup>	0,36 <sup>c</sup>	35,2 <sup>ab</sup>	3,26 <sup>b</sup>	55,4 <sup>b</sup>	0,261 <sup>a</sup>
	s.f.	0,76	0,05	0,63	0,96	0,04	0,08	0,09	5,7	0,35	5,6	0,058
10	Gem.	0,18 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>	6,295 <sup>b</sup>	9,595 <sup>b</sup>	6,025 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	25,9 <sup>a</sup>	0,163 <sup>a</sup>	15,05 <sup>a</sup>	0,402 <sup>a</sup>
	s.f.	0,04	0	0,235	1,345	0,175	0	0	0,1	0,005	0,45	0,126

**Tabel 3.1.** Jaargemiddelde waarden van enkele milieuparameters en de Ecologische Kwaliteitsratio (EKR) voor de TWINSPAN-groepen. Indien in een kolom de gemiddelden verschillende letters hebben is sprake van een significant verschil (Turkey-test;  $P < 0,05$ ). s.f.= s.e.m. = standard error of the mean. Een uitgebreidere tabel is te vinden in bijlage 2.

Groep 9 met Grof hoornblad en Schedefonteinkruid wordt gekenmerkt door de hoogste concentraties van ammonium, nitriet, fosfaat en totaal-fosfor (tabel 3.1). Ook de concentraties chloride, kalium en natrium (bijlage 2) zijn hoger dan in elk ander cluster. Vergeleken met de overige groepen is verder het gemiddelde zuurstofgehalte significant lager.

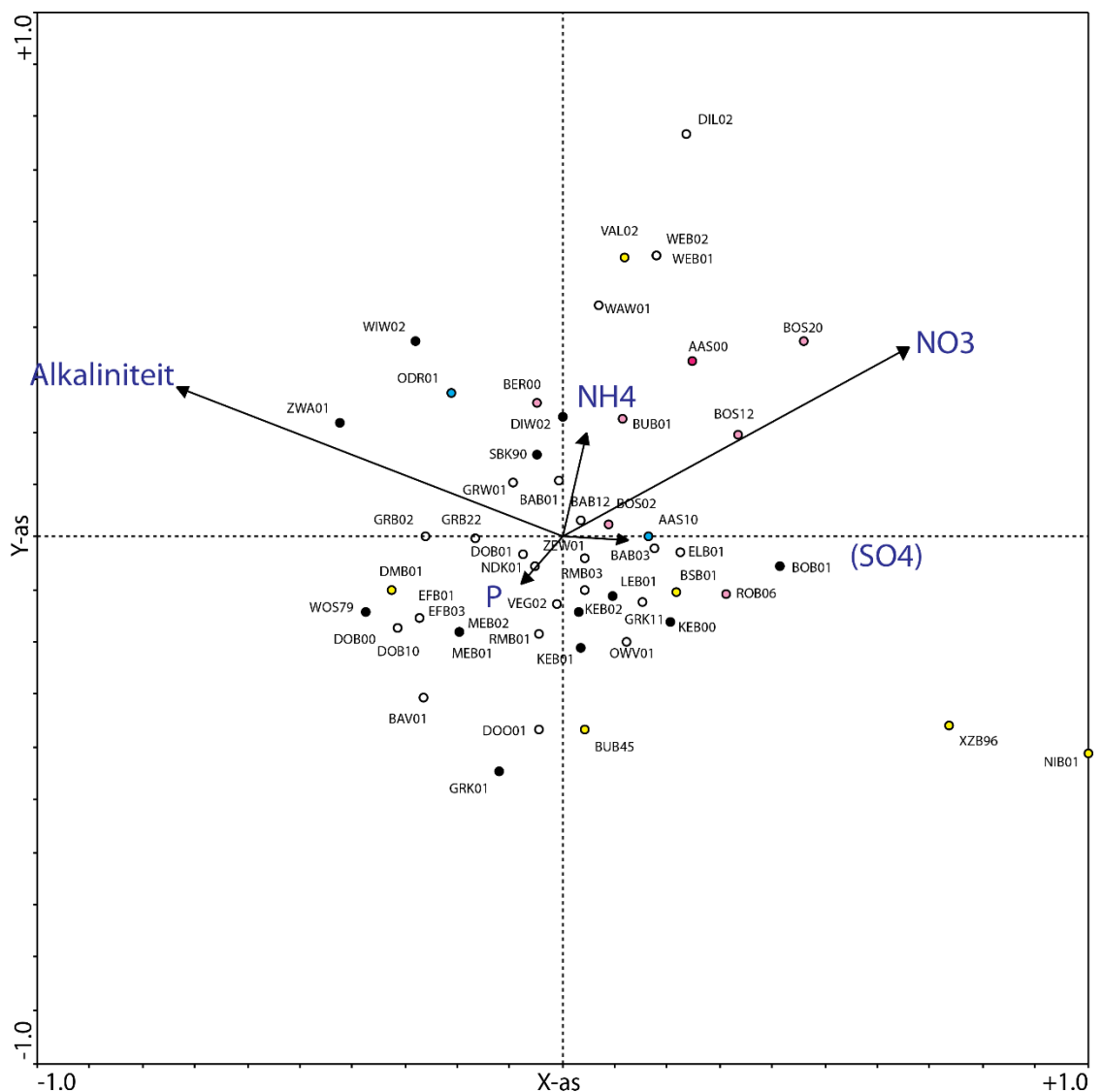
Groep 10, gevormd door twee veenmosopnamen uit de Heelsumse Beek, heeft de laagste alkaliniteit en zuurgraad, maar de hoogste nitraatconcentratie, vermoedelijk afkomstig van de bovenstrooms gelegen landbouwgronden.

De groepen 1 en 2 uit het Apeldoorns Kanaal vertonen een grote mate van overeenkomst: een relatief lage alkaliniteit en lage concentraties nutriënten, wat vermoedelijk te maken heeft met toestroom van zacht Veluwe-grondwater. Zoals ook al in kader 1 is vermeld, bevindt de locatie met de opnamen van groep 1 zich ter hoogte van het punt waar de Veldhuizer spreng in het kanaal uitmondt. Hier is de zuurgraad significant lager dan elders in het kanaal (groep 2), terwijl de concentratie van nutriënten lager is.

Een vergelijking van de ecologische kwaliteitsratio (EKR) (tabel 3.1) laat zien dat deze niet significant tussen de clusters verschilt.

### 3.2.2 CC-ANALYSE GEBASEERD OP JAARGEMIDDELDEN VAN WRIJ

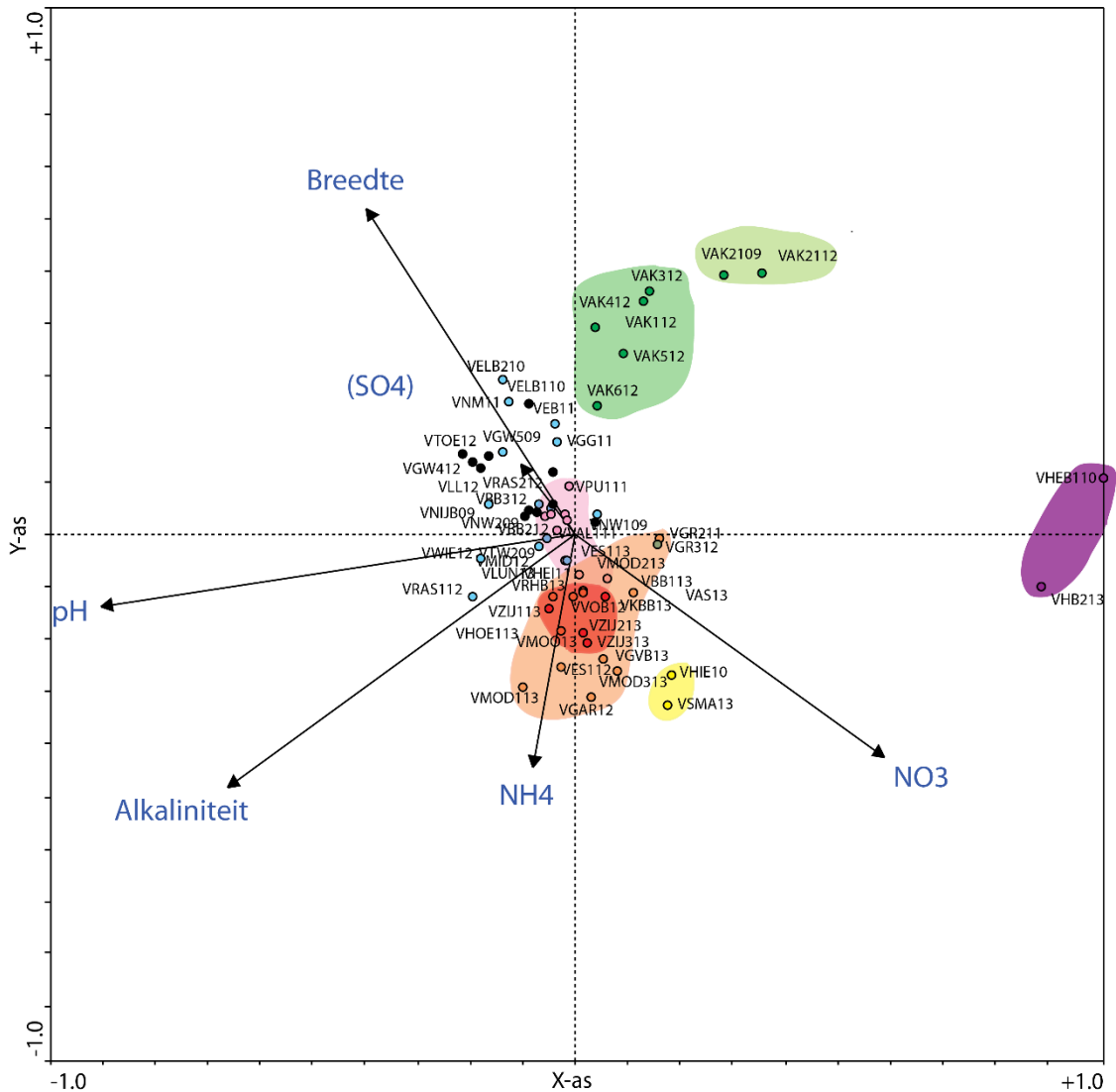
Het resultaat van een analyse met alleen de opnamen van Waterschap Rijn en IJssel (fig. 3.4) laat zien dat de vegetatie in wateren van Achterhoek en Liemers een significant verband vertoont met alkaliniteit, nitraat, het nitriet- en ammoniumgehalte, afvoerloosheid en het totaal-P-gehalte. Bij afwezigheid van de opnamepunten van het Apeldoorns Kanaal en de Heelsumse Beek, waarvan het water erg lage alkaliniteitswaarden had, was voor het beheergebied van WRIJ niet te verwachten dat alkaliniteit als sturende factor zou worden onderscheiden. Bij nader beschouwing blijkt echter dat er ook bij WRIJ grote verschillen in alkaliniteit voorkomen: de gemiddelde alkaliniteit van de Zodgebeek (XZB) en Nieuwe Beek (NIB) (1,70 meq/L), die rechtsonder in figuur 3.4 staan, is bijvoorbeeld veel lager dan die van Zwalm (ZWA), Wijde Wetering (WIW) en Oude Rijn (ODR) (4,65 meq/L). De opnamepunten zijn in fig. 3.4 duidelijker te onderscheiden; de vegetatiegroepen 4 en 5 vormen echter geen duidelijk herkenbare clusters. Wel liggen de opnamen uit groep 6 met Lemna minor en groep 8 in de richting van de hoogste stikstofconcentraties.



**Figuur 3.4** CCA-diagram met WRIJ-opnamen ingedeeld volgens de TWINSpan-groepen (fig. 3.1). De milieuvariabelen representeren jaargemiddelde waarden. De eigenwaarden van de x-as en y-as zijn respectievelijk 0,191 en 0,148. De milieufactoren die een significant verband vertonen met de vegetatiesamenstelling zijn zonder haakjes weergegeven. Voor de F- en P-waarden zie bijlage 3. De verklaarde variantie van de soort-milieu relatie door de assen 1 en 2 bedraagt 34,2%.

### 3.2.3 CC-ANALYSE GEBASEERD OP JAARGEMIDDELDEN VAN VALLEI-VELUWE

Figuur 3.5 is het resultaat van de CC-analyse met opnamen van alleen Waterschap Vallei en Veluwe. De meeste TWINSPAN-groepen zijn hierin duidelijk te onderscheiden. De soortensamenstelling van de vegetatie vertoont een significant verband met alkaliniteit, zuurgraad, de nitraatconcentratie, de breedte en het ammoniumgehalte van het water (zie ook bijlage 3). De opnamen uit de Heelsumse Beek zijn nu wel in het diagram opgenomen. Uit hun positie blijkt de lage pH en het hoge gehalte aan nitraat in het water.

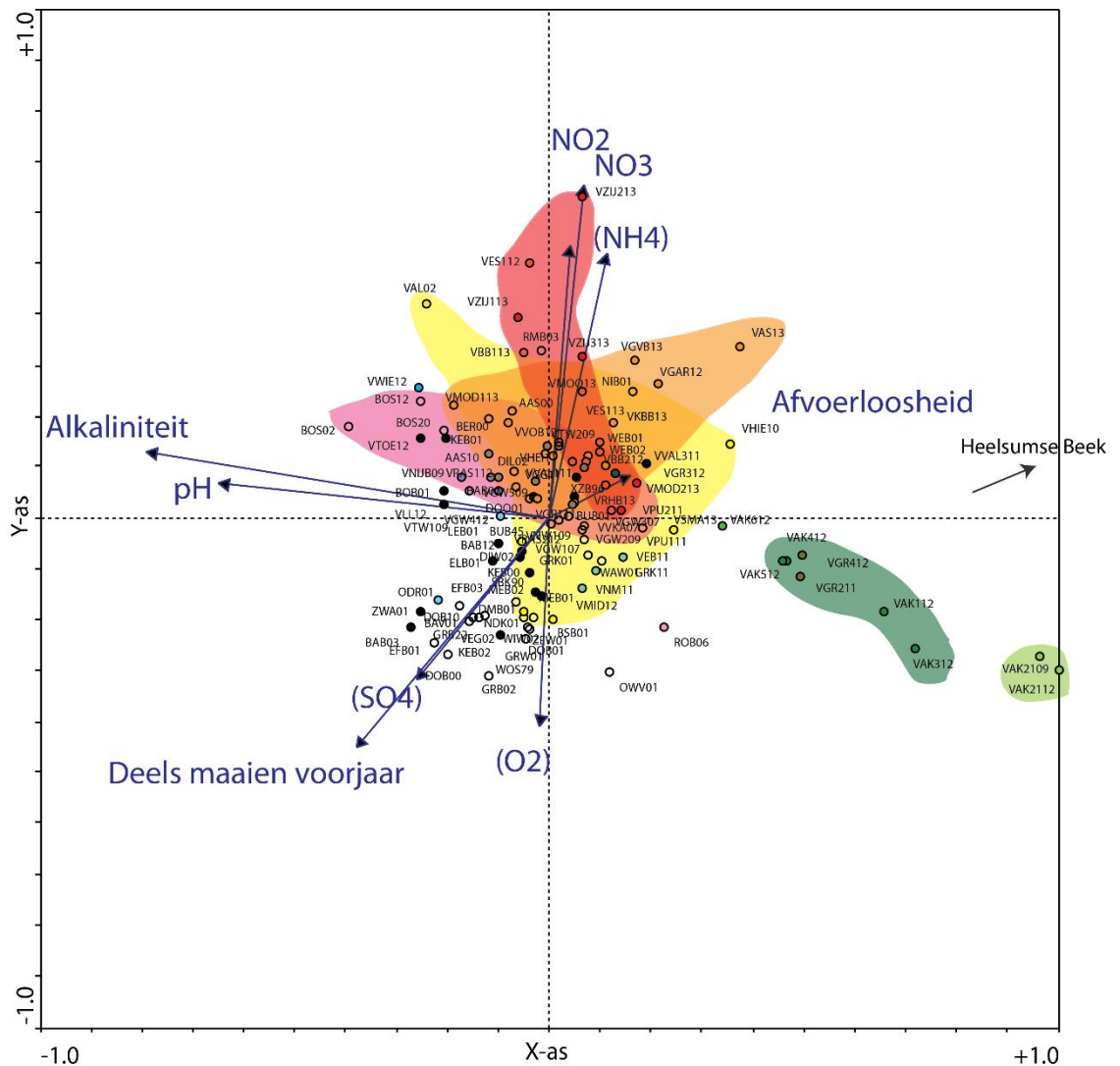


**Figuur 3.5** CCA-diagram met Vallei en Veluwe-opnamen ingedeeld volgens de TWINSPAN-groepen (fig. 3.1). De milieuvariabelen representeren jaargemiddelde waarden. De eigenwaarden van de x-as en y-as zijn respectievelijk 0,432 en 0,279. De milieufactoren die een significant verband vertonen met de vegetatiesamenstelling + het niet-significante SO4 (tussen haakjes) zijn weergegeven. Voor de F- en P-waarden zie bijlage 3. De verklaarde variantie van de soort-milieu relatie door de beide assen bedraagt 47,4%.

### 3.2.4 CC-ANALYSE GEBASEERD OP ZOMERGEMIDDELDEN

In de figuren 3.6 en 3.7 is het resultaat te zien van de CC-analyse met zomergemiddelde waarden van de milieufactoren. Alkaliniteit, zuurgraad, nitriet en nitraat vormen belangrijke stuurvariabelen, terwijl het gebrek aan stroming (afvoerloosheid) eveneens een rol speelt. Het gedifferentieerd maaien in het voorjaar verklaart ook een deel van de variatie. De opnamen die in de richting van deze pijl voorkomen, behoren allen tot het beheergebied van WRIJ, waar deze vorm van beheer plaatsvindt.

Ook in de zomer komt de vegetatie met Grof hoornblad, Schedefonteinkruid en Gekroesd fonteinkruid (groep 9) bij de hoogste stikstofconcentraties voor (zie bijlage 2B). De concentraties in de Zijdewetering zijn daarbij het hoogst. Op één locatie is de gemiddelde zomernitriet-concentratie 0,33 mg/L; de gemiddelde ammoniumconcentratie (4,2 mg/l) is extreem hoog.



**Figuur 3.6** CCA-diagram met vegetatieopnamen van beide waterschappen, ingedeeld volgens de TWINSPAN-groepen (fig. 3.1). De milieufactoren representeren zomergemiddelde waarden. De eigenwaarden van de x-as en y-as zijn respectievelijk 0,228 en 0,159. De belangrijkste milieufactoren die een significant verband vertonen met de vegetatiesamenstelling zijn zonder haakjes weergegeven. De factoren die dat niet vertonen zijn met haakjes weergegeven. Voor de F- en P-waarden zie bijlage 3. De verklaarde variantie van de soort-milieu relatie door de beide assen bedraagt 35,5%. Voor betekenis kleuren zie fig. 3.1.





### 3.3 ECOLOGISCHE KWALITEIT (EKR) IN RELATIE TOT WATERKWALITEITSFACTOREN

In deze paragraaf wordt de ecologische kwaliteit van de meetpunten op basis van water- en moerasplanten volgens de Kaderrichtlijn Water (KRW) (Pot 2014) gerelateerd aan de gemeten milieufactoren. Er zijn twee multiple regressieanalyses uitgevoerd, waarbij de EKR-waarden zijn gerelateerd aan respectievelijk de jaargemiddelde en zomergemiddelde waarden. Beken (type R5) en kleine kanalen (type M3) worden apart besproken. Bij de kleine kanalen is het relatief brede en diepe Apeldoorns Kanaal buiten beschouwing gelaten. De met QBWat (Pot 2014) berekende EKR-scores en de jaargemiddelde en zomergemiddelde waarden van de abiotische factoren zijn opgenomen in bijlage 4.

#### 3.3.1 BEKEN (TYPE R5)

##### 3.3.1.1 EKR-BEKEN IN RELATIE TOT DE JAARGEMIDDELDE WAARDEN

Tabel 3.1 geeft een overzicht van de resultaten van de meervoudige regressieanalyse voor het type R5 (voor achtergronden, zie bijlage 5). Per kwaliteitsindicator (EKR en bedekking van flab/draadwier en Klein kroos) is weergegeven welke (combinatie van) milieufactoor(en) een significant deel van de variatie in EKR en draadwier- en kroosbedekking verklaart.

Afhankelijke variabele	Afvoer- loosheid	Stroom- snelheid	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	o-PO <sub>4</sub>	R <sup>2</sup>
<i>Op basis van jaargemiddelde waarden</i>							
EKR-totaal	-0,29						0,07
EKR-soorten							geen significante relaties
EKR-flab/draadwier	-0,24		-0,46	0,36			0,25
Bedekking draadwier	0,15		0,43	-0,32			0,24
EKR-kroos		0,27				-0,34	0,15
Abundantie kroos						0,41	0,15
EKR-submers	-0,30						0,07
EKR-emers							geen significante relaties
<i>Op basis van zomergemiddelde waarden</i>							
EKR-totaal							geen significante relatie
EKR-soorten							geen significante relatie
EKR-flab/draadwier	-0,43		-0,60	0,41			0,47
Bedekking draadwier	0,23		0,50	-0,35	0,31		0,32
EKR-kroos						-0,42	0,16
Abundantie kroos	0,24					0,33	0,17
EKR-submers							geen significante relatie
EKR-emers							geen significante relatie

**Tabel 3.1.** Resultaten van de meervoudige regressieanalyse voor enkele kwaliteitsindicatoren (EKR en abundantie/bedekking van draadwier en kroos) in stromende wateren (R5). Voor de milieufactoren die een significant deel van de variatie verklaren zijn de gestandaardiseerde coëfficiënten weergegeven. Dit maakt het mogelijk om het relatieve effect ten opzichte van de andere significante factoren te beoordelen. R<sup>2</sup> geeft weer welk deel van de variatie verklaard wordt door de (combinatie van) significante factor(en). Meervoudige regressie analyse is uitgevoerd met logit-getransformeerde waarden van EKR en logaritmisches getransformeerde waarden van stofconcentraties. N.B. in de analyses was 1 de code voor stromende wateren en 2 die voor stilstaande wateren.

Wat betreft de jaargemiddelden blijkt er een negatief effect van afvoerloosheid (=droogval en stilstaand water) op de EKR-totaal van beken (tabel 3.1). Indien we toetsen of de gemiddelde EKR-waarde van groep 1 (beken met permanent stromend water) verschilt van die van de groepen 2 (beken met stilstaand water) en 3 (droogvallende beken) samen, dan blijkt dit zo te zijn: de EKR-waarde van groep 1 ( $0,36 \pm 0,18$  (s.e.m.)) is significant hoger dan die van de groep 2 ( $0,31 \pm 0,02$ ) ( $P = 0,044$ ,  $F = 4,216$ ).

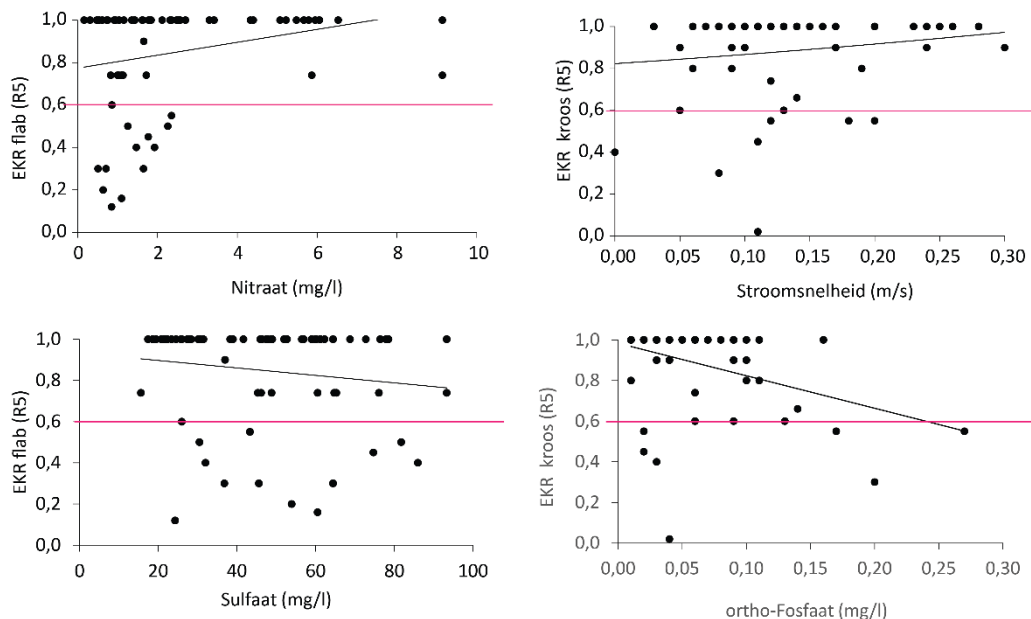
Het negatieve effect van droogval en stilstaand water op de EKR-totaal wordt vooral bepaald doordat de submerse laag hierdoor negatief wordt beïnvloed (tabel 3.1).

De EKR-waarden voor draadwier/drijvende algenlagen (flab) hangen samen met een combinatie van afvoer, sulfaat- en nitraatgehalten (tabel 3.1; fig. 3.8). Stilstaande wateren en wateren met droogval hebben gemiddeld een lagere EKR-waarde (en dus een grotere draadwier-/flab-bedekking) dan stromende wateren. Hogere nitraatconcentraties lijken draadwier- en drijflagen van algen te belemmeren gezien de positieve relatie tussen EKR-flab/draadwier en nitraatgehalten (tabel 3.1; fig. 3.8 bijlage 5A). Wat betreft de werkelijke bedekking met draadwier is er een overeenkomstig effect van afvoerloosheid, sulfaat en nitraat (tabel 3.1). Stromende wateren hebben een significant hogere zomergemiddelde nitraatconcentratie dan wateren met afvoerloosheid ( $F=4,61$ ;  $P=0,035$ ; tabel 3.2). Op het verschil tussen stromende en stilstaande wateren wordt verder ingegaan bij de bespreking van de zomergemiddelde waarden (paragraaf 3.3.1.2)

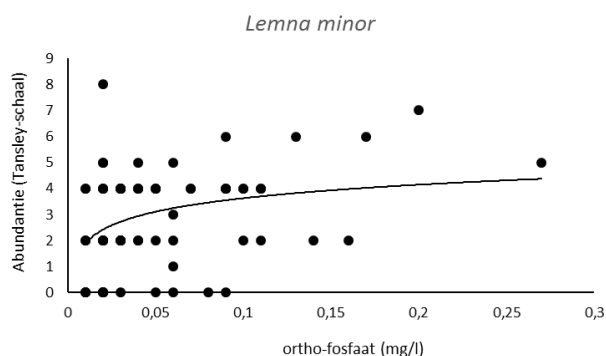
Watertype	N	NO <sub>3</sub> (mg/l)	P-tot (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)
<i>R5-typen</i>				
Stromende wateren	37	2,18 ± 0,31	0,12 ± 0,01	47 ± 4
Wateren met afvoerloosheid	33	1,30 ± 0,25	0,17 ± 0,02	44 ± 4

**Tabel 3.2.** Zomergemiddelde nitraat-, P-totaal- en sulfaatconcentraties (± s.e.m.) in wateren met stroming en wateren met afvoerloosheid van het type R5. N = aantal wateren.

De zomergemiddelde sulfaatconcentratie in stromende wateren van het R5-type verschilt niet significant van wateren met afvoerloosheid ( $F=0,15$ ;  $P=0,70$ ; tabel 3.2). Het totaal-fosforgehalte is in de zomersituatie in stromende wateren wel significant lager dan in afvoerloze wateren ( $F=4,20$ ;  $P=0,04$ ; tabel 3.2).



**Figuur 3.8.** Relaties tussen de EKR-scores voor R5-typen van flab/draadwier en kroos en de best verklarende omgevingsfactoren (jaargemiddelde waarden). Voor statistische details zie bijlage 6A. De rode horizontale lijn geeft de EKR-waarde weer, waarboven flab/draadwier en kroos niet meetellen als het gaat om het berekenen van de EKR-totaal.



**Figuur 3.8a.** De relatie tussen de abundantie van Klein kroos en jaargemiddelde orthofosfaat concentratie is significant positief (tabel 3.1).

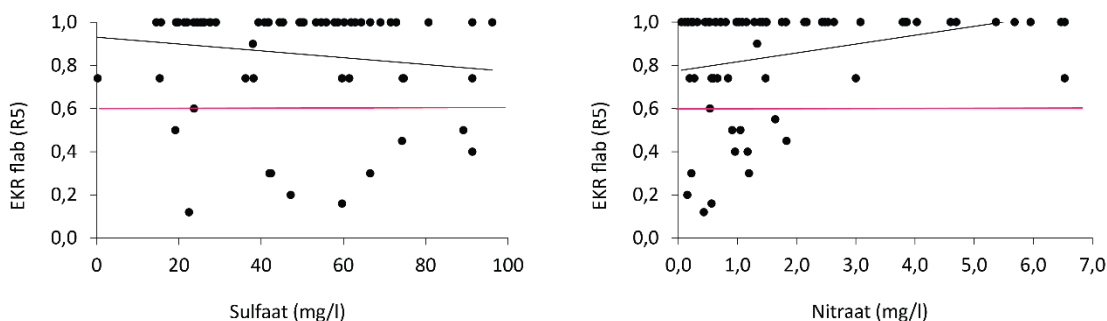
De EKR-kroos wordt positief beïnvloed door een hogere stroomsnelheid en negatief door ortho-fosfaatgehalten (tabel 3.1; fig. 3.8, bijlage 5): de bedekking met kroos is hoger in stilstaande wateren met hoge o-fosfaatconcentraties en lager in stromende wateren met lage fosfaatgehalten, vergelijk ook met figuur 8a, waarin de werkelijke bedekking van Klein kroos (*Lemna minor*) tegen het jaargemiddelde ortho-fosfaatconcentratie is uitgezet.

### 3.3.1.2 EKR-BEKEN IN RELATIE TOT DE ZOMERGEMIDDELDE WAARDEN

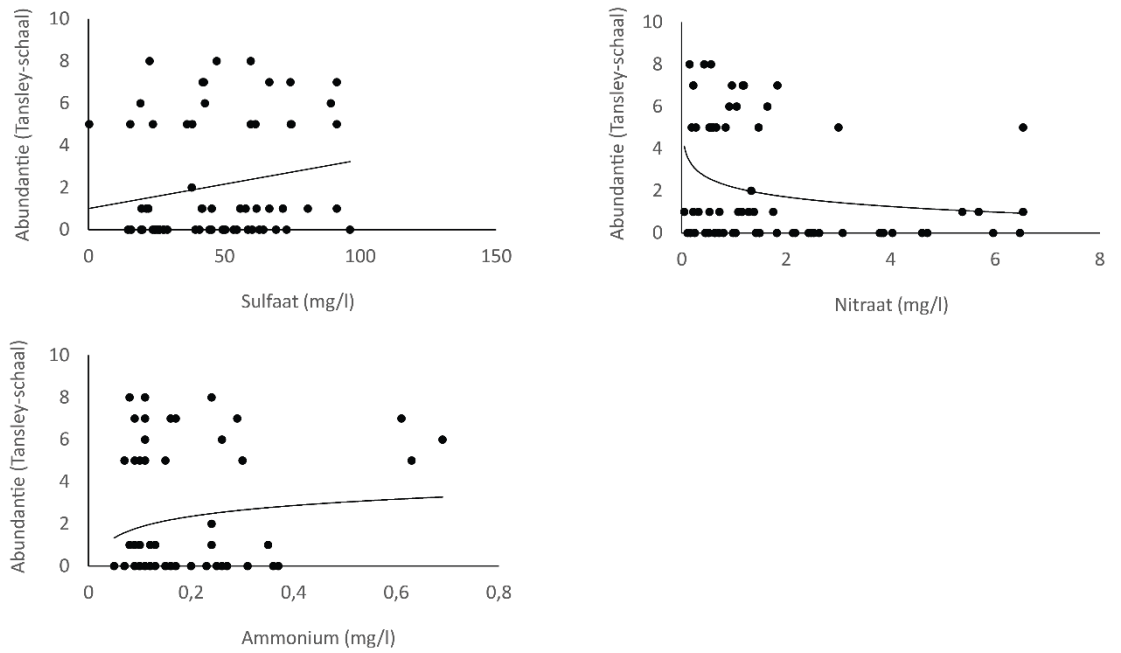
Wat betreft de zomergemiddelden is er geen negatief of positief effect van de onderzochte factoren op de EKR-totaal geconstateerd (tabel 3.1).

De EKR-waarden voor draadwier/drijvende algenlagen (flab) zijn echter lager bij stilstaand water in de zomer, en ze zijn bovendien negatief gerelateerd aan de zomergemiddelde sulfaatconcentratie en positief aan de nitraatconcentratie (tabel 3.1; fig. 3.9). Er is dus meer bedekking door draadwieren en flab in wateren met een hoge zomerconcentraties sulfaat en juist minder bedekking in wateren met hoge nitraatconcentraties en veel stroming.

De werkelijke bedekking van draadwier/flab is, zoals verwacht, ook positief gerelateerd aan afvoerloosheid en sulfaat en negatief aan nitraat (tabel 3.1; bijlage 5; bijlage 12). Verder is er een positieve relatie met ammonium (fig. 9A). Bij een nadere vergelijking tussen permanent stromende beken en beken met afvoerloosheid (fig. 9B) blijkt het nitraateffect zich alleen voor te doen in stromende beken en het ammoniumeffect alleen in beken met afvoerloosheid.



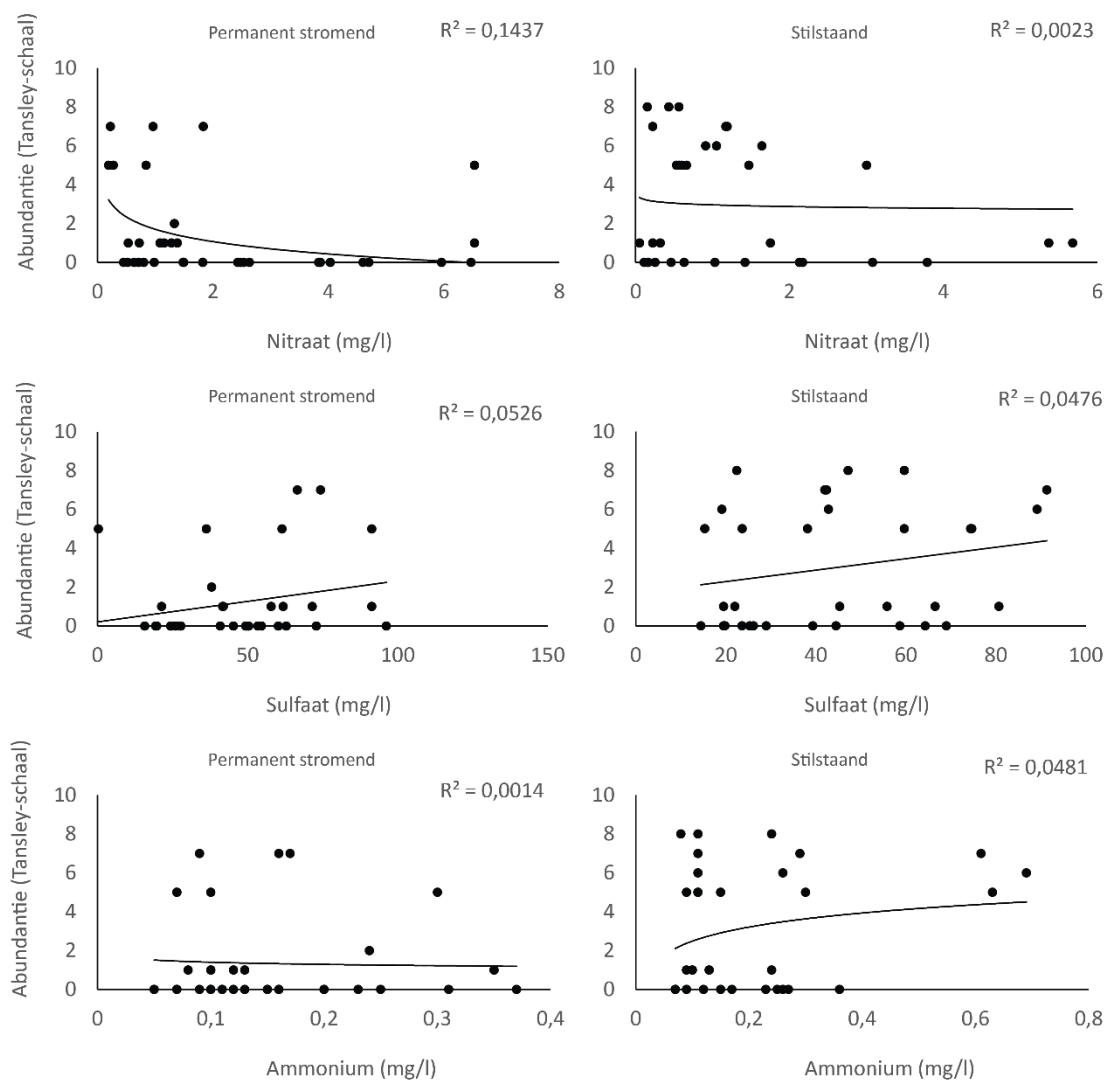
**Figuur 3.9** EKR-score voor draadwier/flab (type R5) uitgezet tegen de zomergemiddelde sulfaatconcentratie en de zomergemiddelde nitraatconcentratie. Voor statistische details zie bijlage 5A. De rode horizontale lijn geeft de EKR-waarde weer, waarboven flab niet meetelt als het gaat om het berekenen van de EKR-totaal.



**Figuur 3.9A** De abundantie van draadwier uitgezet tegen de zomergemiddelde sulfaat-, nitraat- en ammoniumconcentratie, waarbij zowel stromende beken als beken met afvoerloosheid zijn betrokken. Voor statistische details zie bijlage 5A. De flabbedekking is uitgezet in bijlage 12.



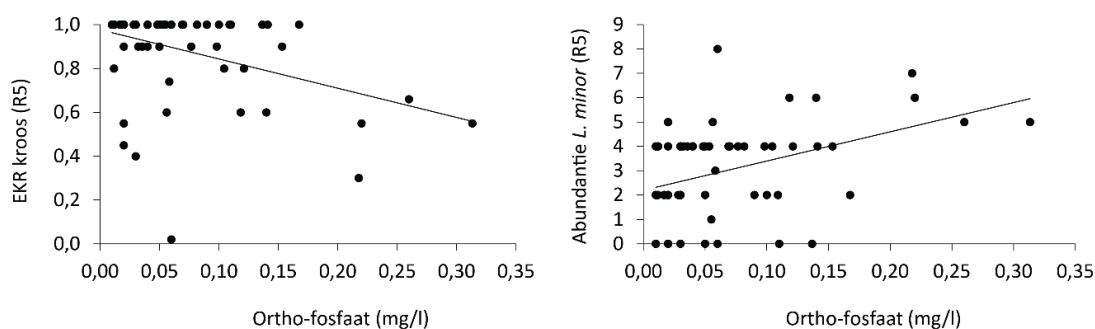
**Foto 3.1.** De Eefdense Beek is in de zomer bedekt met drijvende algenlagen (boven), de Baakse Beek met een combinatie van kroos en drijvende algen (onder).



**Figuur 3.9B** De abundantie van draadwier uitgezet tegen de zomergemiddelde nitraat-, sulfaat- en ammoniumconcentratie voor enerzijds permanent stromende beken en anderzijds stilstaande beken (beken met afvoerloosheid en beken die droogval vertonen).



De EKR-kroos is negatief gerelateerd aan de ortho-fosfaatconcentratie van het water in de zomer (tabel 3.1; fig. 3.10 bijlage 5A). Zoals verwacht, vertoont ook de werkelijke bedekking van Klein kroos een positief verband met afvoerloosheid en de ortho-fosfaatconcentratie (tabel 3.1; fig.



3.10).

**Figuur 3.10** EKR-score voor kroos (type R5) uitgezet tegen de zomerfosfaatconcentratie (links) en de abundantie van Klein kroos (*Lemna minor*) uitgezet tegen de zomerfosfaatconcentratie (rechts). Voor statistische details van de linker figuur, zie bijlage 5A). De relatie tussen de abundantie van Klein kroos en de zomerfosfaatconcentratie is significant positief ( $F=12,434$ ,  $P = 0,001$ ,  $R^2 = 0,142$ ;  $\beta = 0,393$ ).

### 3.3.2 KLEINE KANALEN (TYPE M3)

#### 3.3.2.1 EKR-KLEINE KANALEN IN RELATIE TOT DE JAARGEMIDDELTE WAARDEN

Tabel 3.3 geeft een overzicht van de resultaten van de meervoudige regressieanalyse voor het type M3, waarbij het Apeldoorns Kanaal buiten beschouwing is gelaten (voor achtergronden, zie bijlage 5). Per relevante kwaliteitsindicator (EKR) is weergegeven welke (combinatie van) milieufactor(en) een significant deel van de variatie in EKR verklaart.

Hoewel er verwacht zou mogen dat kleine kanalen niet stromen, blijkt dat in de praktijk voor verschillende wateren vaak wel het geval. Dit geldt vooral voor wateren die een functie vervullen bij de afvoer. Zo vervult bijvoorbeeld de Bolkbeek een afvoerfunctie bij piekafvoeren van de Berkel en voeren bij een neerslagoverschot de weteringen in de IJsselvallei veel water af richting IJssel. Uit de regressieanalyse blijkt, dat de EKR-totaal lager is in wateren met afvoerloosheid of droogval dan in wateren met stroming (tabel 3.3). De stilstaande wateren en droogvallende wateren samen hebben een gemiddeld lagere EKR score ( $0,33 \pm 0,02$ ) dan de wateren met stroming ( $0,44 \pm 0,04$ ;  $P = 0,019$ ,  $F = 5,943$ ). Behalve met afvoerloosheid, blijkt er ook een negatieve relatie met het ammoniumgehalte in het water (tabel 3.3).

Afhankelijke variabele	Afvoerloosheid	Breedte	Maaien voorjaar	Diepte	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	R <sup>2</sup>
<i>Op basis van jaargemiddelde waarden</i>							
EKR totaal	-0,46						0,18
EKR abundantie		-0,38				0,33	0,24
EKR submers		-0,36					0,10
EKR soorten	-0,44		-0,37				0,24
<i>Op basis van zomergemiddelde waarden</i>							
EKR totaal	-0,45				-0,64		0,35
EKR abundantie				-0,41			0,14
EKR submers							geen significante relatie
EKR soorten	-0,37				-0,87		0,63

**Tabel 3.3** Resultaten van de meervoudige regressieanalyse voor enkele biologische kwaliteitsindicatoren (EKR en bedekking van Klein kroos) in kleine kanalen (M3). Voor de milieufactoren die een significant deel van de variatie verklaarden zijn de gestandaardiseerde coëfficiënten weergegeven. Dit maakt het mogelijk om het relatieve effect ten opzichte van de andere significante factoren te beoordelen. R<sup>2</sup> geeft weer welk deel van de variatie verklaard wordt door de combinatie van de significante factoren. Meervoudige regressie analyse is uitgevoerd met logit- getransformeerde waarden van EKR en logaritisch

getransformeerde waarden van stofconcentraties. Voor stofconcentraties zijn regressies uitgevoerd met zowel jaargemiddelden als zomergemiddelden.

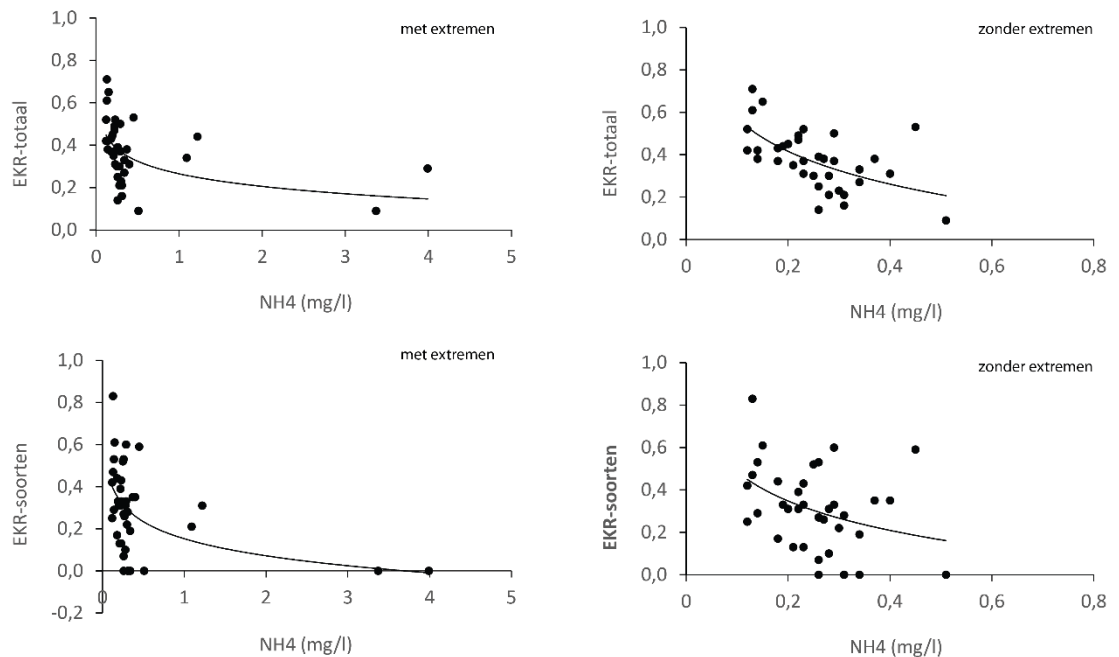
Beschouwen we de deelmaatlaten, dan blijkt dat de totale bedekking (abundantie) negatief gerelateerd is aan de breedte van de wateren en positief aan de nitraatconcentratie. Dit geldt met name voor submerse soorten (tabel 3.3). Droogval en afvoerloosheid, evenals het maaien van de watervegetatie in het voorjaar, werken negatief op de soortensamenstelling (tabel 3.3). Deze factoren maken dat soorten die een negatieve score bewerkstelligen op de maatlat zoals Smalle waterpest worden bevoordeeld en kenmerkende soorten worden benadeeld. Hoewel er geen deelmaatlat is voor kroos, is in M3-wateren de fosfaatconcentratie wel een sturende factor voor de ontwikkeling van dekken met Klein kroos (bijlage 5).

### 3.3.2.2 EKR-KLEINE KANALEN IN RELATIE TOT DE ZOMERGEMIDDELTE WAARDEN

Uit de regressieanalyse blijkt, dat de EKR-totaal van de M3-wateren ook in de zomersituatie lager is in wateren met afvoerloosheid of droogval dan in stromende wateren (tabel 3.2). In wateren met stroming was de gemiddelde EKR-totaal  $0,44 \pm 0,04$  (s.e.m.), in wateren met afvoerloosheid  $0,33 \pm 0,02$ .

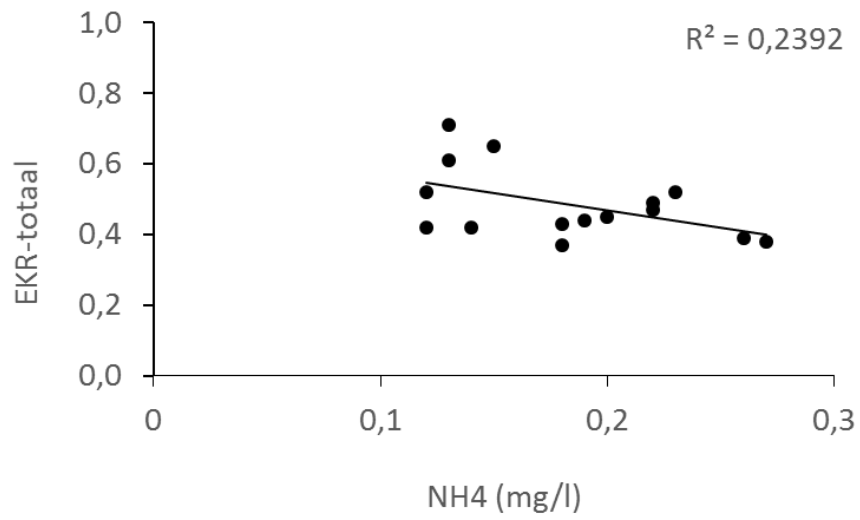
De regressieanalyse met de zomergemiddelde waarden laat daarnaast een negatief effect van de ammoniumconcentratie op de EKR-totaal zien (tabel 3.2; fig. 3.11, bijlage 6B). De verklaarde variantie is 35%, waarbij het effect van ammonium het sterkst is.

Wat betreft de deelmaatlaten blijkt er voor abundantie een negatieve relatie met de diepte (tabel 3.2). De soortensamenstelling wordt negatief beïnvloed door droogval en afvoerloosheid en door hoge ammoniumconcentraties (tabel 3.2). De relatie tussen de abundantie van Klein kroos en de zomerfosfaatconcentratie is sterk positief (tabel 3.2)



**Figuur 3.11** EKR-totaal en EKR-soorten (type M3) uitgezet tegen de ammoniumconcentratie. De grafieken aan de linkerzijde betreffen alle betrokken meetpunten. De grafieken aan de rechterzijde geven de relaties weer bij weglating van 4 extreme waarden (Zijdewetering en Modderbeek). De relaties zijn allen significant.

Vergelijken we de gemiddelde ammoniumconcentratie van de M3-wateren met stroming (groep 1) met de M3-wateren met afvoerloosheid (groep 2) dan is de concentratie van de eerste groep ( $0,739 \pm 0,363$  mg/l n=14) significant ( $P=0,018$ ;  $F=6,122$ ) hoger dan van groep 2 ( $0,127 \pm 0,007$  mg/l, n=26). De negatieve relatie tussen EKR en ammoniumconcentratie blijft aanwezig, ook als we de wateren van Waterschap Rijn en IJssel apart beschouwen (fig.3.12).



**Figuur 3.12.** EKR-totaal (M3) uitgezet tegen de ammoniumconcentratie voor wateren van Waterschap Rijn en IJssel apart.



**Foto 3.1.** Puntkroos is een soort die een negatieve relatie heeft met nitraat.

### 3.4 WATERPLANTEN IN RELATIE TOT SULFAAT, STIKSTOF EN FOSFAAT

#### Resultaten logistische regressieanalyse

De resultaten van logistische regressieanalyse (tabel 3.2) laten zien dat dertien taxa een positieve relatie vertonen met de jaargemiddelde sulfaatconcentratie in het water. Waterpeper is negatief gerelateerd aan de sulfaatconcentratie. Het verband tussen de aanwezigheid van draadwier en de jaargemiddelde ammoniumconcentratie is positief. Wat betreft nitraat is er voor acht soorten een negatief verband tussen de aanwezigheid van een soort en de concentratie, voor twee soorten is er een positief verband. Klein kroos, Waterpeper, Rietgras, gekroesd fonteinkruid en Veelwortelig zijn positief gerelateerd aan de jaargemiddelde fosfaatconcentratie, Pijlkruid is hieraan juist negatief gerelateerd. Voor een aantal soorten is de relatie met sulfaat, nitraat, fosfaat en/of ammonium gevisualiseerd in figuur 3.11.

	Nagelkerke R2	Log NH <sub>4</sub>	Log NO <sub>3</sub>	Log PO <sub>4</sub>	Log SO <sub>4</sub>	Categorie in R5	Categorie in M3
Draadwier	0,22	+			+	neg.	geen
<i>Berula erecta</i>	0,14		-				3
<i>Butomus umbellatus</i>	0,25		(-)		+	3	2
<i>Callitriche obtusangula</i>	0,26				+	geen	geen
<i>Elodea canadensis</i>	0,28				+	2	
<i>Elodea nuttallii</i>	0,18		-		(+)	5	5
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	0,18		-		(+)	5	5
<i>Lemna minor</i>	0,23			(+)		geen	geen
<i>Lemna trisulca</i>	0,29		-		+	geen	4
<i>Nuphar lutea</i>	0,20				+	3	2
<i>Persicaria hydropiper</i>	0,26		+	+	-	4	5
<i>Phalaris arundinacea</i>	0,27	-		+	(+)	5	4
<i>Potamogeton crispus</i>	0,42			+		2	4
<i>Potamogeton pusillus</i>	0,08				(+)	5	5
<i>Ranunculus circinatus</i>	0,43		-	-	+	4	2
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	0,26		-	-	+	5	5
<i>Spirodela polyrhiza</i>	0,40	-	-	+	+	geen	geen
<i>Veronica beccabunga</i>	0,09		+		+	3	geen

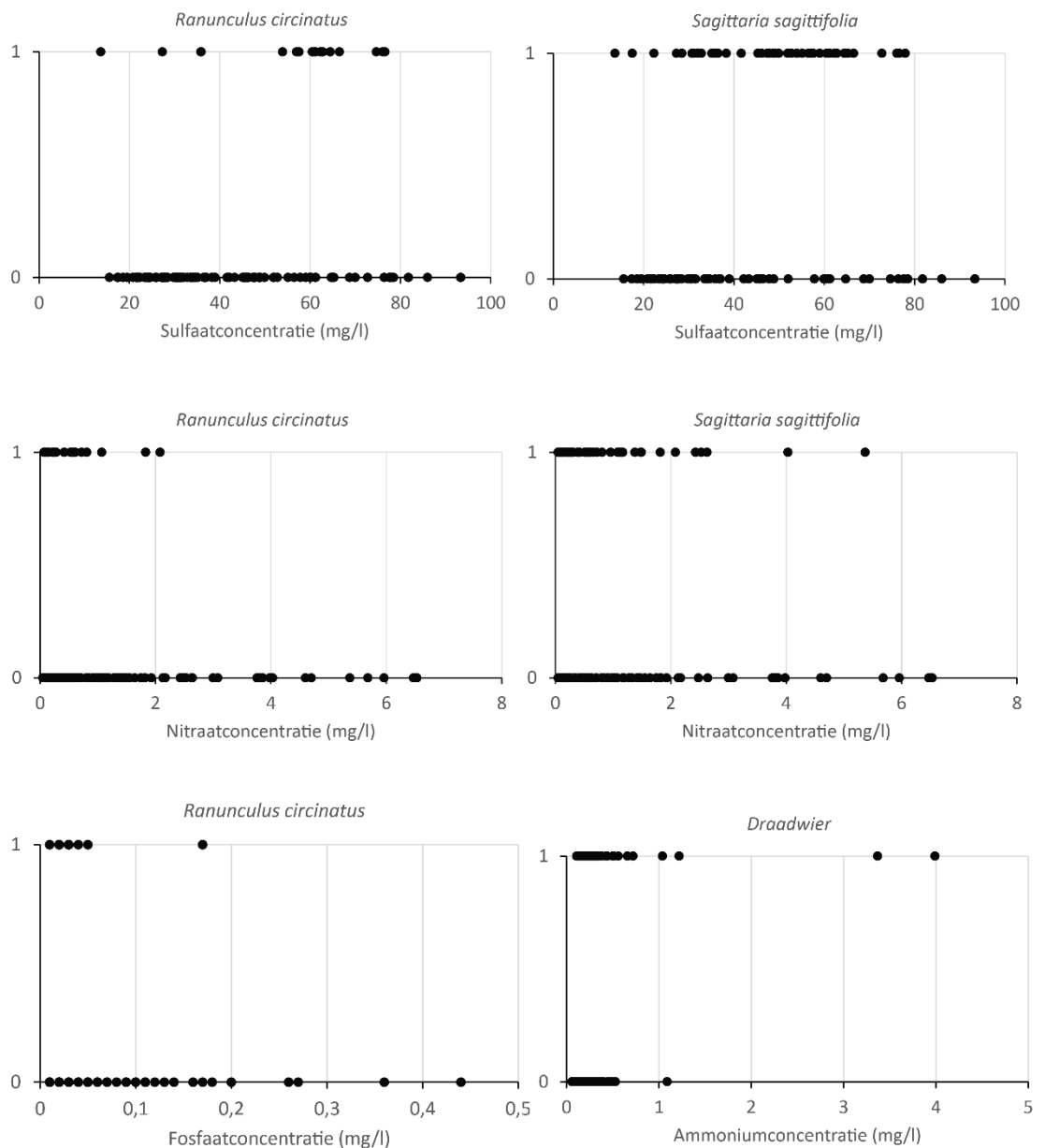
**Tabel 3.3.** Resultaten logistische regressieanalyse met jaar- en zomergemiddelde waarden van NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub> en SO<sub>4</sub>. + of - = positief of negatief verband met jaar- en zomergemiddelde waarden. (-) of (+) negatief of positief verband met alleen jaargemiddelde waarden. - of +: negatief of positief verband met alleen zomergemiddelde waarden. Soorten die met geen van de factoren significant gerelateerd waren, zijn niet opgenomen. In de rechterkolommen is voor elk van de twee KRW-typen aangegeven tot welke categorie ze behoren in de deelmaatlat soortensamenstelling. In tabel 3.3a is aangegeven welke score de soorten van een categorie geven bij een oplopende mate van voorkomen (abundantieklasse). Uit Van der Molen et al. (2012) en Evers et al. (2012).

SCORE PER ABUNDANTIEKLASSE VAN DE SOORT PER CATEGORIE IN M-TYPEN			
abundantie	1	2	3
categorie			
1	3	5	6
2	3	4	4
3	2	2	0
4	1	0	-1
5	0	-1	-3

SCORE PER ABUNDANTIEKLASSE VAN DE SOORT PER CATEGORIE IN R-TYPEN			
abundantie	1	2	3
categorie			
1	9	6	3
2	5	4	1
3	2	1	0
4	0	0	-3
5	0	-4	-9

**Tabel 3.3a.** Score per abundantieklasse van een soort per categorie in het type M3 (boven) en R5 (onder).



**Figuur 3.11.** Voorbeelden van de relatie tussen water- en moerasplanten en de zomergemiddelde concentraties van sulfaat, nitraat, fosfaat en ammonium in het oppervlaktewater. 0 = afwezig; 1 = aanwezig. Voor de Nederlandse namen, zie bijlage 8.

**Concentraties van sulfaat, fosfaat, ammonium en nitraat waarbij waterplanten voorkomen**

Er blijken duidelijke verschillen tussen de waterplanten wat betreft de (gewogen) gemiddelde concentraties van orthofosfaat, sulfaat, nitraat, ammonium, totaal-fosfor en totaal-stikstof waarbij ze voorkomen (fig. 3.12; fig. 3.13; fig. 3.14).

**Sulfaat**

Vrijwel alle in de beheergebieden aangetroffen waterplanten komen voor bij gemiddelde jaar- en zomersulfaatconcentraties lager dan ongeveer 60 mg/l (fig. 3.12).

**Ortho-fosfaat**

Soorten als Stomphoekig fonteinkruid, Waterviolier, Glanzig fonteinkruid en Gele plomp, die een positief effect hebben op de maatlatscore, komen voor bij jaar- en zomergemiddelde ortho-fosfaatconcentraties  $\leq 0,04$  mg/l (fig. 3.12).

Zannichellia, Schedefonteinkruid, Grof hoornblad, Klein kroos, Draadwier, Kikkerbeet, Smalle waterpest en Tenger fonteinkruid, die, indien ze in een beek of kanaal veel voorkomen, een negatief effect hebben op de ecologische kwaliteitsratio (EKR), worden aangetroffen bij orthofosfaatconcentraties  $\geq 0,05$  mg/l. Ook Stomphoekig sterrenkroos, dat in veel beken en kanalen veelvuldig aanwezig is komt boven deze concentratie voor.

#### *Ammonium en nitraat*

Figuur 3.13 laat zien, dat soorten die positief scoren op de KRW-maatlat voorkomen bij een jaargemiddelde ammoniumconcentratie  $\leq 0,3$  mg/l en een jaargemiddelde nitraatconcentratie  $\leq 3,0$  mg/l. Als het gaat om de zomergemiddelde concentraties komen ze voor bij een ammoniumconcentratie  $\leq 0,2$  mg/l en een nitraatconcentratie  $\leq 2,2$  mg/l. Soorten die een lage score veroorzaken bij toetsing aan de maatlat zoals Zannichellia, Schedefonteinkruid en Grof hoornblad worden gevonden bij gemiddelde veel hogere ammoniumwaarden. Wat betreft nitraat is er geen verschil met de groep van soorten die een positieve score op de maatlat geven.

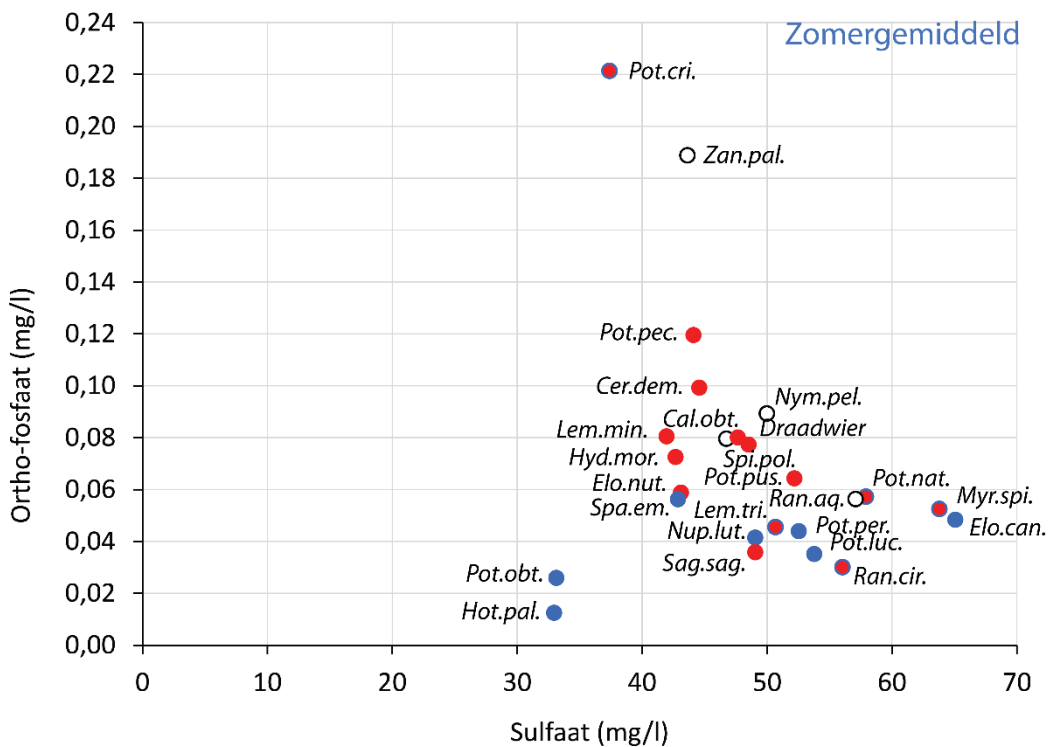
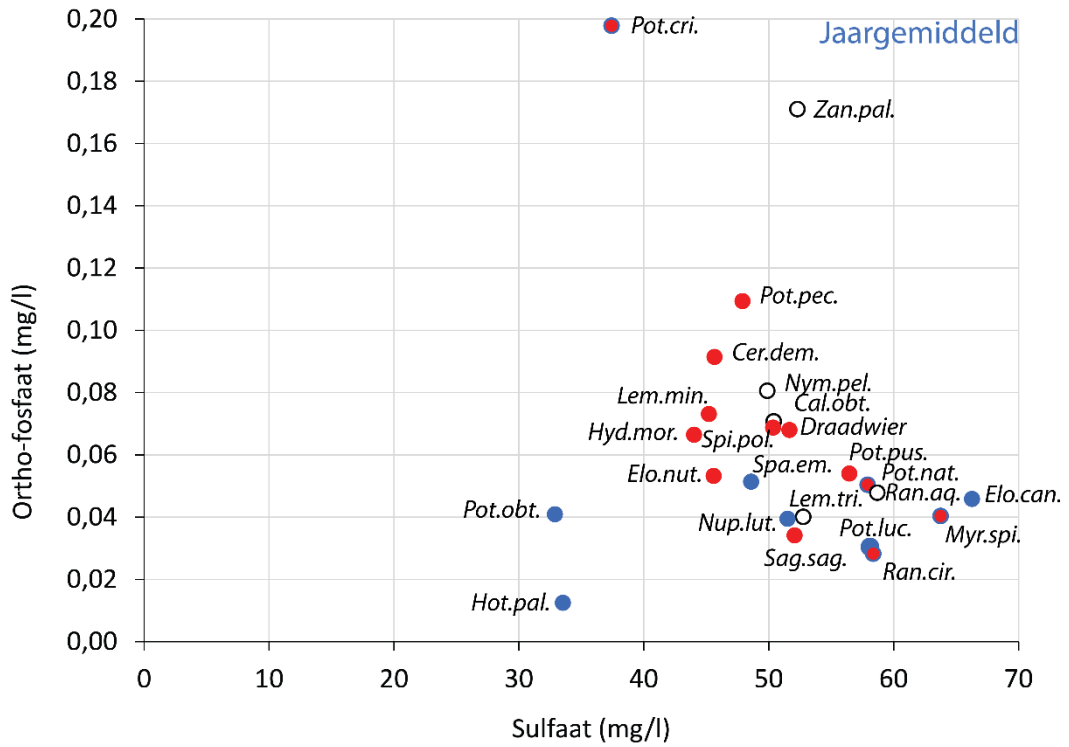
#### *Totaal-fosfor en totaal-stikstof*

De KRW-werknormen voor stromende wateren van het type R5 hebben betrekking op zomergemiddelde waarden en bedragen 0,14 mg/l P en 4,0 mg/l. Figuur 3.14 laat zien, dat deze normen voor de meest kritische waterplanten niet streng genoeg zijn: soorten die positief scoren op de KRW-maatlat komen voor bij een jaargemiddelde totaal-P-concentratie  $\leq 0,12$  mg/l en een jaargemiddelde totaal-N concentratie  $\leq 3,5$  mg/l. Als het gaat om de zomergemiddelde concentraties komen ze voor bij een totaal-P-concentratie  $\leq 0,11$  mg/l en een zomergemiddelde totaal-N-concentratie  $\leq 2,7$  mg/l.

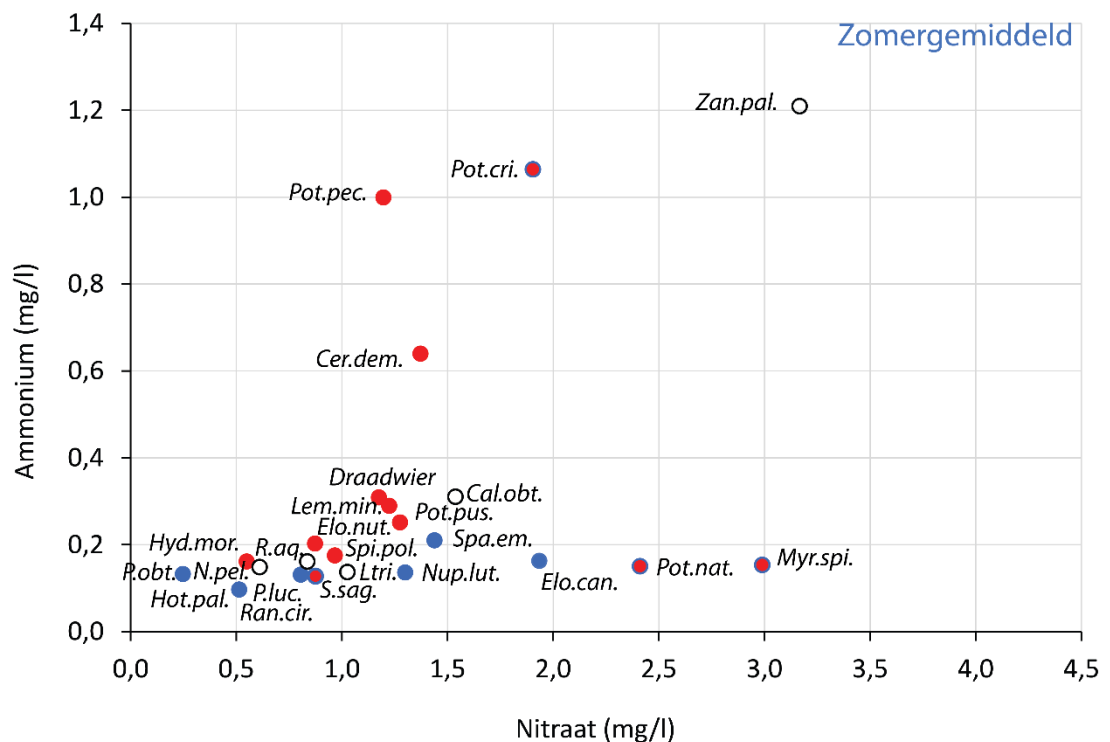
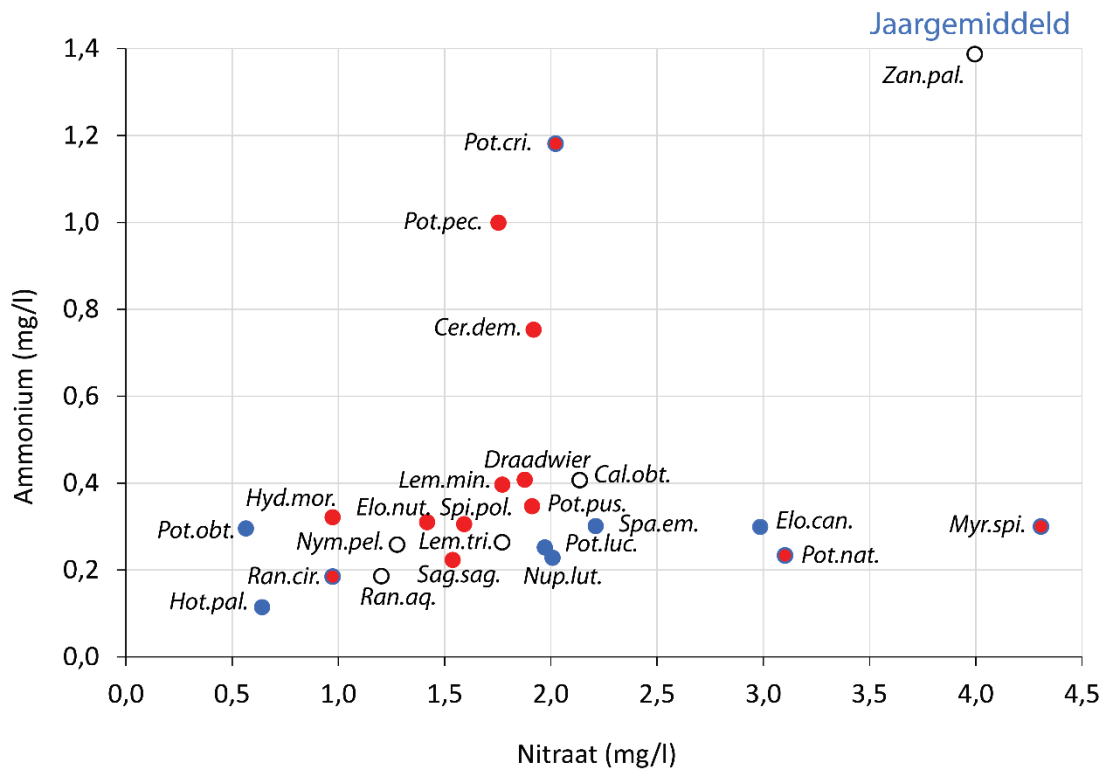


**Foto 3.2.** Kleine waterpepe is één van de soorten die negatief gerelateerd is aan de nitraatconcentratie in het water

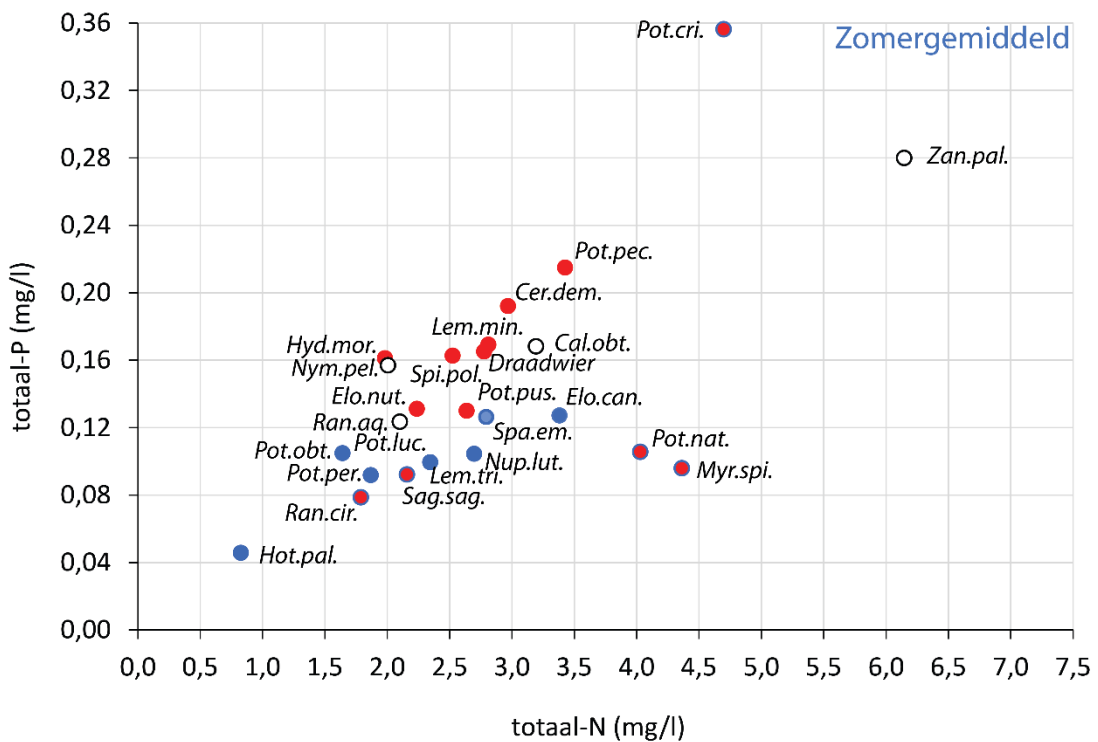
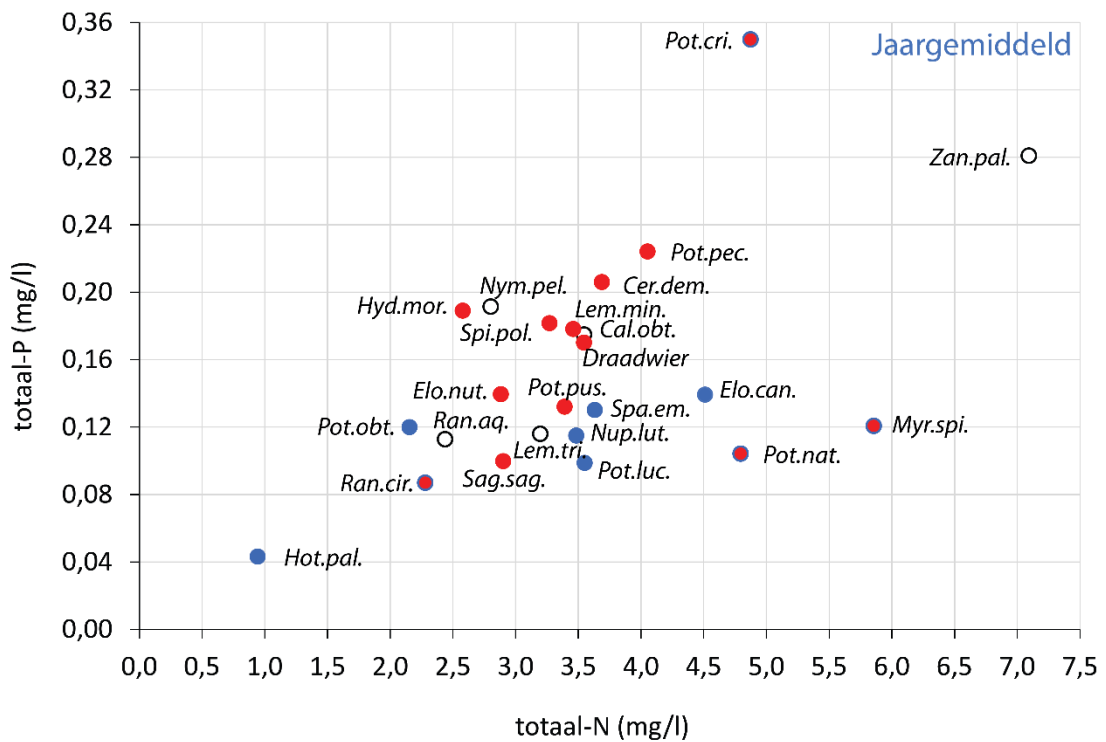




**Figuur 3.12.** De gewogen jaar- en zomergemiddelde sulfaat- en fosfaatconcentratie waarbij waterplanten zijn aangetroffen. Met rood zijn de soorten aangegeven die in de KRW-maatlat voor zowel R5 als M3 sterk negatief scoren en met blauw de soorten die positief scoren. Soorten die in de ene maatlat negatief scoren en in de andere positief worden voorgesteld door rode stippen met een blauwe rand. Open stippen zijn soorten zonder KRW-indicatiewaarde. Alleen soorten met 4 of meer waarnemingen zijn in de tabel opgenomen. Voor de betekenis van de afkortingen van de soorten, zie bijlage 7.



**Figuur 3.13.** De gewogen jaar- en zomergemiddelde ammonium- en nitraatconcentratie waarbij waterplanten zijn aangetroffen. Met rood zijn de soorten aangegeven die in de KRW-maatlat voor zowel R5 als M3 sterk negatief scoren en met blauw de soorten die positief scoren. Soorten die in de ene maatlat negatief scoren en in de andere positief worden voorgesteld door rode stippen met een blauwe rand. Open stippen zijn soorten zonder KRW-indicatiewaarde. Alleen soorten met 4 of meer waarnemingen zijn in de tabel opgenomen. Voor de betekenis van de afkortingen van de soorten, zie bijlage 7.



**Figuur 3.14.** De gewogen jaar- en zomergemiddelde totaal-fosfor en totaal-stikstofconcentratie waarbij waterplanten zijn aangetroffen. Met rood zijn de soorten aangegeven die in de KRW-maatlat voor zowel R5 als M3 sterk negatief scores en met blauw de soorten die positief scores. Soorten die in de ene maatlat negatief scores en in de andere positief worden voorgesteld door rode stippen met een blauwe rand. Open stippen zijn soorten zonder KRW-indicatiewaarde. Alleen soorten met 4 of meer waarnemingen zijn in de tabel opgenomen. Voor de betekenis van de afkortingen van de soorten, zie bijlage 7.

## 4 DISCUSSIE EN SAMENVATTING

### 4.1 WATERVEGETATIES EN STURENDE FACTOREN

In het beheergebied van Waterschap Vallei en Veluwe en Waterschap Rijn en IJssel zijn in onbeschaduwde trajecten van beken, weteringen en kleine kanalen tien verschillende vegetatietypen van water- en moerasplanten onderscheiden (fig. 3.1). De vegetatie bestaat onder meer uit veenmossen en Knolrus in de Heelsumse Beek, Waterviolier en Drijvende waterweegbree in een deel van het Apeldoorns Kanaal, Grof hoornblad en Schedefonteinkruid in de Zijdewetering en Aa-strang en Stomphoekig sterrenkroos, Smalle waterpest in de meeste beken in Achterhoek, Vallei en Veluwe.

Belangrijke stuurvariabelen voor deze vegetatie zijn alkaliniteit, zuurgraad, de nutriënten stikstof en fosfor, afvoerloosheid en in mindere mate de breedte van een watergang. Zo komt het vegetatietype met Waterviolier en Drijvende waterweegbree voor bij een lage alkaliniteit en lage concentraties stikstof en fosfor en vinden we de begroeiing met Schedefonteinkruid en Grof hoornblad bij zeer hoge concentraties ammonium en een hoge alkaliniteit.

De verklaarde variantie van de soort-milieu relatie door de X- en Y-as bedraagt 31,7%, wat overeenkomt met een overeenkomstige studie in sloten (Van Zuidam 2013), maar lager is dan wat Boedeltje et al. (2001) vonden in natuurvriendelijke oevers langs kanalen (70%). Dit hangt enerzijds samen met het feit dat in de huidige studie de mogelijke effecten van de waterbodem en het poriewater daarin niet zijn meegenomen, anderzijds met het feit dat factoren als stroomsnelheid en onderhoud slechts bij benadering zijn meegewogen.

### 4.2 ECOLOGISCHE KWALITEITSRATIO (EKR) EN WATERKWALITEIT

#### *Beken*

De ecologische kwaliteit op basis van water- en moerasplanten kan volgens de systematiek van de Kaderrichtlijn Water worden uitgedrukt in de ecologische kwaliteitsratio (EKR), een getal tussen 0 (slecht) en 1 (zeer goed).

Op basis van een regressieanalyse met jaargemiddelde waarden van de abiotische factoren bleek dat de EKR-totaal van beken (type R5) negatief wordt beïnvloed door afvoerloosheid. In beken die een permanente stroming kennen is de EKR hoger dan in wateren waar het water stagneert en/of waarin periodieke droogval optreedt. Deze negatieve invloed hangt in het bijzonder samen met de ontwikkeling van draadwierlagen en drijfslagen van algen en van kroos. De in het veld vastgestelde bedekking van draadwier en algen is positief gerelateerd aan afvoerloosheid, sulfaat en ammonium en negatief aan nitraat. Dientengevolge is de EKR voor draadwier en flab negatief gerelateerd aan afvoerloosheid en de sulfaatconcentratie en positief aan de nitraatconcentratie. Een hoge kroosbedekking bleek vooral samen te hangen met hoge concentraties ortho-fosfaat, waardoor de EKR-kroos hiermee negatief is gecorreleerd.

Stromende wateren hebben een significant hogere nitraatconcentratie dan wateren met afvoerloosheid. Hiervoor zijn er twee mogelijke verklaringen te geven. De eerste is dat stroming leidt tot gemiddeld hogere zuurstofconcentraties waardoor er voor reductieprocessen minder nitraat nodig is als alternatieve elektronenacceptor en er dus minder nitraat wordt omgezet in vrije stikstof. In beken waar in de zomer stroming wegvalt wordt juist meer nitraat omgezet. De tweede verklaring zou te maken kunnen hebben met gebiedsprocessen. Door de bodemopbouw zijgt er in het oosten van het beheergebied van WRIJ minder nitraat naar het grondwater waardoor de beken door directe afspoeling hogere nitraatgehalten hebben. Onderzoek van Waterschap Vallei en Eem (2001) heeft verder aangetoond dat de zeer hoge concentraties nitraat in de Heelsumsebeek veroorzaakt worden door de toestroom van nitraatrijk grondwater afkomstig van de Sinderhoeve, een proefterrein van Wageningen Universiteit, waar bemestingsproeven zijn gedaan.

In afvoerloze beektrajecten is verder vaak een dikkere fosfaatrijke sliblaag aanwezig dan in stromende trajecten (Nijboer & Boedeltje 2011). Als in de contactlaag tussen water en bodem geen nitraat meer beschikbaar is voor reductieprocessen in deze sliblaag, zal ijzer gereduceerd worden. Gereduceerd ijzer (Fe<sup>2+</sup>) is iets beter oplosbaar dan geoxideerd ijzer. Zodoende komt een deel van het gebonden fosfaat al vrij door ijzerreductie. Sulfaatreductie versterkt dit proces nog eens omdat het alle ijzer 'verdrijft' van de gebonden fosfaten. Een negatief effect van sulfaat is dus ook verklaarbaar. Een aanwijzing hiervoor is het feit dat afvoerloze beektrajecten een significant hogere fosfaatconcentratie hebben dan stromende trajecten. En fosfaat is de motor achter de sterke groei en dominantie van Smalle waterpest, Stomphoekig sterrenkroos en Grof hoornblad (Lamers et al. 2013) en de ontwikkeling van kroosdekken en algenlagen (Boedeltje et al. 2005). Hoewel de aanwezigheid van draadwier en flab positief was gerelateerd aan de sulfaatconcentratie, was het concentratieverschil van sulfaat tussen stromende en stilstaande beken niet significant. In hoeverre sulfaatreductie optreedt, is vooralsnog niet duidelijk.

Wat in ieder geval duidelijk uit dit onderzoek naar voren komt is dat permanente afvoer/stroming in beken leidt tot een hogere ecologische kwaliteit wat betreft waterplanten. Ook voor wat betreft de macrofauna scores stromende beken beter dan beken met afvoerloosheid (Nijboer & Boedeltje 2010; Verdonschot et al. 2013).

#### *Kleine kanalen*

Net als in beken wordt de ecologische kwaliteit wat betreft waterplanten van kleine kanalen positief beïnvloed door het regelmatig optreden van stroming. Afvoerloosheid in combinatie met een veelal dikke sliblaag leiden tot dezelfde processen als hiervoor beschreven, met als gevolg een hoge fosfaat- en ook ammoniumconcentratie, die de ontwikkeling van kroos en algen stimuleren, negatief inwerken op karakteristieke KRW-soorten en het optreden van notoire ammoniumgebruikers als Schedefonteinkruid en Grof hoornblad stimuleren. De relatief hoge ammoniumconcentratie zoals gemeten in verschillende afvoerloze trajecten kan het gevolg zijn van afbraak van organische stof in de sliblaag. In onder meer de Zijdewetering hangt deze samen met effluentlozingen door een RWZI.

### **4.3 WATERPLANTEN IN RELATIE TOT FOSFOR, STIKSTOF EN SULFAAT**

#### *Ortho-fosfaat*

Dit onderzoek heeft laten zien dat (ortho)fosfaat sturend is voor de ontwikkeling van drijflagen van algen en kroos, wat negatief is voor de ecologische kwaliteit. Fosfaat is afkomstig uit de landbouw en uit (organische) slibbodems die met name in stagnante delen van beken en weteringen aanwezig zijn. Uit logistische regressieanalyse is gebleken dat Klein en Veelwortelig kroos, Gekroesd fonteinkruid, Rietgras en Waterpeper positief gerelateerd zijn aan fosfaat in de waterlaag. Dit zijn allen soorten die een negatief effect hebben op de ecologische waterkwaliteit. Andere negatief scorende soorten als Smalle waterpest, Schedefonteinkruid en Grof hoornblad, die plaatselijk veel aanwezig zijn, worden ook bij hoge fosfaatconcentraties aangetroffen. Positief scorende soorten als Glanzig fonteinkruid, Waterviolier en Stijve waterranonkel, vinden we juist bij lage fosfaatconcentraties.

Om er voor te zorgen dat negatief scorende soorten achteruitgaan en plaatsmaken voor meer positief scorende soorten is het van belang de concentratie fosfaat te laten dalen. Figuur 3.12 geeft hiervoor een aanwijzing. Voorgesteld wordt te streven naar zomergemiddelde en jaargemiddelde concentraties  $\leq 0,04$  mg/l orthofosfaat.

Bij het terugdringen van de fosfaatbelasting moet zowel gekeken worden naar de externe belasting als naar interne eutrofiëring. Een te hoge externe belasting speelt vooral in de Gelderse Vallei en in het hele gebied op plaatsen met toevoer van RWZI-effluent. Interne eutrofiëring speelt op veel locaties waar slibophoping heeft plaatsgevonden.

Wateren met (te) hoge gemiddelde fosfaatconcentraties zijn weergegeven in bijlage 8.

Het gaat om veel wateren uit het beheergebied van V&V, zoals de Zijdewetering, Moorsterbeek, Rassenbeek en Astbeek. In het beheergebied van WRIJ hebben o.a. de Baakse Beek en de Keizersbeek (te) hoge fosfaatconcentraties (bijlage 8).

### *Ammonium*

Ammonium blijkt een negatief effect te hebben op de EKR-score voor waterplantensoorten. Uit de logistische regressieanalyse is een positief effect gebleken op het voorkomen van draadwier. Ammoniumtoxiciteit kan een rol spelen bij het ontbreken van kritische wortelende waterplanten in watergangen met hoge ammoniumconcentraties (Wiegand 1978; Smolders et al. 1996).

Voorgesteld wordt te streven naar een jaargemiddelde ammoniumconcentratie  $< 0,3$  mg/l en een zomergemiddelde concentratie  $< 0,2$  mg/l (vgl. fig. 3.13).

Wateren met (te) hoge gemiddelde ammoniumconcentraties zijn weergegeven in bijlage 10. Te hoge concentraties ammonium worden onder meer gevonden in de Zijdwetering, Middelbeek, Garderbroekse Beek, Kleine Barneveldse Beek en Baakse Beek.

### *Nitraat*

Uit de logistische regressieanalyse is gebleken dat er acht soorten negatief worden beïnvloed door hoge nitraatconcentraties. Een negatief effect van hoge nitraatconcentraties op de groei van Rossig fonteinkruid werd gevonden door Boedeltje et al. (2005). Een afname van de nitraatconcentratie zou daarom positief kunnen uitwerken op de ecologische kwaliteit van de wateren.

Fig. 3.13 geeft aanwijzingen voor het gewenste niveau. Voorgesteld wordt om te streven naar een jaargemiddelde concentratie  $< 3,0$  mg/l en een zomergemiddelde concentratie  $< 2,5$  mg/l. De hoge nitraatconcentraties vinden hun oorsprong in een (te) hoge toevoer vanuit de landbouw.

Bijlage 9 geeft informatie over de wateren waarin (te) hoge concentraties nitraat voorkomen. In de beheergebieden komen de hoogste nitraatconcentraties voor in de Wehlse Beek, Didamse Laak en Heelsumse Beek.

### *Sulfaat*

De resultaten van logistische regressieanalyse laten zien dat verschillende soorten waterplanten een positieve relatie vertonen met de jaar- en zomergemiddelde sulfaatconcentratie in het water. Er lijkt dus geen aanwijzing te zijn dat de sulfaatconcentratie te hoog is. De voor verschillende beken en weteringen karakteristieke waterplanten die positief scoren op de KRW-maatlat komen voor bij gemiddelde sulfaatconcentraties lager dan 60 mg/l. De soorten die negatief scoren op de KRW-maatlat komen eveneens voor bij sulfaatconcentraties lager dan 60 mg/l. De waarde van 60 mg/l is ca. 10 mg/l hoger dan die voor kritische soorten in laagveenwateren met reducerende bodems (Vermaat et al. 2012). De voor veengebieden karakteristieke soorten als Krabbescheer, Glanzig en Plat fonteinkruid werden niet aangetroffen bij sulfaatconcentraties hoger dan 50 mg/l. Als MTR-norm werd eerder voor sulfaat de waarde van 100 mg/l gehanteerd; in Duitsland is de norm voor een Goede Ecologische Toestand (GET) 100 mg/l, voor een zeer goede ecologische toestand 50 mg/l (Brand et al. 2008). Alle watergangen in de beheergebieden hebben een concentratie sulfaat lager dan 100 mg/l; De hoogste waarden komen voor in het beheergebied van WRIJ: Wehlse Beek, Baakse Beek en Nieuwe Beek (bijlage 11).

### *Zomergemiddelde totaal-P en totaal-N-concentraties: KRW-normen*

Voor beken van het type R5, zijn de KRW-(werk)normen voor fosfor en stikstof, de zomergemiddelde concentraties van totaal-P en totaal-N. Deze zijn respectievelijk 0,14 mg/l P en 4,0 mg/l N. Figuur 3.14 laat zien dat soorten die positief scoren op de KRW-maatlat in het algemeen voorkomen bij totaal-P-concentraties lager dan 0,11 mg/l en totaal-N-concentraties lager dan ca. 2,7 mg/l. Boven deze concentraties komen in hoofdzaak soorten voor die leiden tot lage KRW-scores. Door Van Puijenbroek (2014) is ook al vastgesteld dat de KRW-norm voor stikstof in oppervlaktewater niet streng genoeg is.

## **4.4 HET MAAIBEHEER IS STUREND MAAR NIET ALS ZODANIG ONDERSCHIEDEN**

In de analyses met de zomergemiddelde waarden, kwam het gedifferentieerd maaien in het voorjaar (waarbij een deel van de watergang niet wordt gemaaid) als sturende factor naar voren. Veel opnamen van WRIJ werden in de buurt van deze factor gerangschikt (fig. 3.6 en 3.7). Een positief effect op bijvoorbeeld de ecologische kwaliteit (EKR) kon echter niet worden



vastgesteld. Bij beide waterschappen is sprake van eenvormigheid in het beheer met dat verschil dat er bij WRIJ gedifferentieerd beheer meer wordt toegepast.

Er zijn aanwijzingen dat frequent maaien ongewenste soorten bevordert en gewenste soorten benadeelt. Gewenste soorten als Glanzig en Plat fonteinkruid bijvoorbeeld kunnen slechter tegen maaien dan ongewenste soorten als Smalle waterpest en Stomphoekig sterrenkroos, die juist door maaien bevorderd worden (Zuidam & Peeters 2012). Het is de moeite waard om de effecten van maaien op de vegetatie (en macrofauna en vissen) nader te onderzoeken, zo mogelijk in combinatie met een onderzoek naar de effecten van nitraat. Het is niet ondenkbaar dat bijvoorbeeld de regeneratie van stekjes van sterrenkroos bevorderd wordt door hoge nitraatconcentraties (med. A.J.P. Smolders).

## 4.5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Uit deze studie volgen de volgende conclusies en aanbevelingen:

- de belangrijkste stuurvariabelen voor de samenstelling van de watervegetatie zijn fosfaat, ammonium, nitraat, alkaliniteit, zuurgraad en afvoerloosheid;
- de ecologische kwaliteit op basis van waterplanten (EKR-totaal) van beken wordt negatief beïnvloed door afvoerloosheid. In beken die een permanente stroming kennen is de EKR hoger dan in wateren waar het water stagneert en/of waarin periodieke droogval optreedt;
- de negatieve invloed van afvoerloosheid in beken hangt in het bijzonder samen met de ontwikkeling van draadwierlagen en drijfslagen van algen en van kroos;
- een hoge bedekking van Klein en Veelwortelig kroos hangt vooral samen met hoge concentraties fosfaat;
- stromende wateren hebben een hogere nitraatconcentratie dan wateren met afvoerloosheid;
- net als in beken wordt de ecologische kwaliteit wat betreft waterplanten van kleine kanalen positief beïnvloed door het regelmatig optreden van stroming. Afvoerloosheid in combinatie met een veelal dikke sliblaag leidt tot hoge fosfaat- en ammoniumconcentraties in het water;
- een relatief hoge ammoniumconcentratie en droogval of afvoerloosheid leiden in kleine kanalen tot een lagere ecologische kwaliteit op basis van waterplanten;
- de meest kritische waterplanten (m.n. Rode Lijstsoorten) zoals Drijvende waterweegbree komen voor een lage alkaliniteit en lage concentraties ammonium, nitraat en fosfaat; Schedefonteinkruid, Grof hoornblad en Gekroesd fonteinkruid daarentegen bij zeer hoge concentraties ammonium, nitraat en fosfaat en bij een hoge alkaliniteit;
- de ecologische kwaliteit van waterflora kan in verschillende watergangen verbeterd worden door het bevorderen van stroming en het verminderen van afvoerloosheid en droogval;
- aanbevolen wordt te streven naar zomergemiddelde en jaargemiddelde concentraties orthofosfaat  $\leq 0,04$  mg/l; wateren met (te) hoge gemiddelde fosfaatconcentraties zijn weergegeven in bijlage 8; voorbeelden zijn onder meer de Zijdewetering, Rassenbeek, Astbeek, en Moorsterbeek bij V&V en Baakse Beek, Keizersbeek en Boven Slinge bij WRIJ;
- aanbevolen wordt te streven naar een jaargemiddelde ammoniumconcentratie  $< 0,3$  mg/l en een zomergemiddelde concentratie  $< 0,2$  mg/l; wateren met te hoge ammoniumconcentraties zijn weergegeven in bijlage 10; hoge ammoniumconcentraties hebben onder meer Zijdewetering, Middelbeek en Garderbroekse Beek bij V&V en Baakse Beek bij WRIJ;
- Een afname van de nitraatconcentratie zou positief kunnen uitwerken op de ecologische kwaliteit van de wateren. Aanbevolen wordt om te streven naar een jaargemiddelde concentratie  $< 3,0$  mg/l en een zomergemiddelde concentratie  $< 2,5$  mg/l; wateren waarin te hoge nitraatconcentraties worden gemeten zijn weergegeven in bijlage 9; voorbeelden van wateren met hoge nitraatconcentraties zijn de Wehlse Beek, de Didamse Laak en Nieuwe Beek bij WRIJ en Heelsumse en Hierdense Beek bij V&V;
- de KRW-(werk)normen voor totaal-fosfor (0,14 mg/l P, zomerconcentratie) en totaal-stikstof (4,0 mg/l, zomerconcentratie) in stromende wateren van het type R5 zijn volgens dit onderzoek aan de hoge kant. Soorten die positief scoren op de KRW-maatlat komen in

het algemeen voor bij zomergemiddelde totaal-P-concentraties gelijk aan of lager dan 0,11 mg/l en zomergemiddelde totaal-N-concentraties gelijk aan of lager dan ca. 2,7 mg/l. Boven deze concentraties komen in hoofdzaak soorten voor die leiden tot lage KRW-scores.

- het maaieregime werd niet als sturende factor onderscheiden, aangezien dit in vrijwel alle watergangen hetzelfde is. Nader onderzoek naar effecten van maaibeheer op waterplanten is gewenst. Het verdient daarbij aanbeveling een dergelijk onderzoek uit te voeren in samenhang met effecten van hoge concentraties nitraat op waterplanten. Het zou kunnen dat nitraat mede de groei van een aantal ondergedoken waterplanten (zoals Stomphoekig sterrenkroos) die sterk regenereren na maaien, bevordert en dat de groei van meer gevoelige waterplanten wordt geremd;
- het verdient aanbeveling om alkaliniteit (weer) op te nemen in het meetprogramma omdat dit een belangrijke sturende factor is voor waterplanten;
- de gegevens uit deze studie zouden breder onder de aandacht van waterbeheerders gebracht moeten worden via een publicatie in bijvoorbeeld H<sub>2</sub>O.

## 5 LITERATUUR

- Baggelaar, P., O. van Tongeren, R. Knoben & W. van Loon (2010). Rapporteren van betrouwbaarheid van de KRW-beoordelingen. *H<sub>2</sub>O* 16, 21-25.
- Beije, H., D. Bal & N.A.C. Smits (A.J.P. Smolders & R. Kemmers) (2012). *Effecten van voormalige zwaveldepositie en andere sulfaatbeslating*. Intermezzo II, deel I versie november 2012, 99-110.
- Bijkerk, R. (red.) (2010). *Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren*. Rapport 2010 – 28, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Amersfoort.
- Boedeltje, G. (2008). *Waterplanten- en vissonderzoek in watergangen van Waterschap Rijn en IJssel in 2008. Bemonstering en toetsing volgens de Kaderrichtlijn Water*. Bureau Daslook, in opdracht van Waterschap Rijn en IJssel.
- Boedeltje, G. (2009). *Waterplantenonderzoek in watergangen van Waterschap Rijn en IJssel in 2009. Bemonstering en toetsing volgens de Kaderrichtlijn Water*. Bureau Daslook, in opdracht van Waterschap Rijn en IJssel.
- Boedeltje, G. (2010). *Waterplanten- en vissonderzoek in watergangen van Waterschap Rijn en IJssel in 2010. Bemonstering en toetsing volgens de Kaderrichtlijn Water*. Bureau Daslook, in opdracht van Waterschap Rijn en IJssel.
- Boedeltje, G. (2012) *Vegetatieonderzoek in waterlichamen van Waterschap Veluwe in 2012*. Bureau Daslook, in opdracht van Waterschap Veluwe.
- Boedeltje, G. (2013) *Vegetatieonderzoek in waterlichamen van Waterschap Vallei en Veluwe in 2013*. Bureau Daslook, in opdracht van Waterschap Veluwe.
- Boedeltje, G., A.J.P. Smolders, L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs (2005) *Interactions between sediment propagule banks and sediment nutrient fluxes explain floating plant dominance in stagnant shallow waters*. *Archiv für Hydrobiology*, **162**, 349-362.
- Boedeltje, G., A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs (2005). *Combined effects of water column nitrate enrichment, sediment type and irradiance on growth and foliar nutrient concentrations of Potamogeton alpinus*. *Freshwater Biology* 50, 1537-1547.
- Boedeltje, G. & M. de Vos (2011). *Waterplanten- en vissonderzoek in waterlichamen van Waterschap Rijn en IJssel in 2011*. Bureau Daslook, in samenwerking met Waterschap Rijn en IJssel.
- Boedeltje, G. & M. de Vos (2012). *Waterplanten- en vissonderzoek in waterlichamen van Waterschap Rijn en IJssel in 2012*. Bureau Daslook, in samenwerking met Waterschap Rijn en IJssel.
- Boedeltje, G. & M. de Vos (2013, in voorbereiding). *Waterplanten- en vissonderzoek in waterlichamen van Waterschap Rijn en IJssel in 2013*. Bureau Daslook, in samenwerking met Waterschap Rijn en IJssel.
- Bogerd, I. & G. Boedeltje (2011). *Ecologische kwaliteit waterlichamen 2005-2010*. Waterschap Veluwe.
- Braak, C.J.F. (1996). *Unimodal models to relate species to the environment*. Proefschrift Wageningen Universiteit
- Braak, C.J.F. ter & I.C. Prentice (1988). A theory of gradient analysis. *Advances in ecological research* 18, 271-317.
- Braak, C.J.F ter & P. Smilauer (1998). *CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4)*. Microcomputer Power Ithaca, New York.
- Brand, E., A.J. Baars, E.M.J. Verbruggen & J.P.A. Grijzen (2008). *Afleiding van milieurisicogrenzen voor sulfaat in oppervlaktewater, grondwater, bodem en waterbodem*. RIVM Briefrapport 711701069/2008.
- Evers, C.H.M., A.J.M. van den Broek, R. Buskens, A. van Leerdam, R.A.E. Knoben & F.C.J. van Herpen (2012). *Omschrijving MEP en Maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021*. STOWA-rapport 2012-34.

- Geurts, J.J.M., A.J.P. Smolders, J.T.A. Verhoeven, J.G.M. Roelofs & L.P.M. Lamers (2008) *Sediment Fe:PO<sub>4</sub> ratio as a diagnostic and prognostic tool for the restoration of aquatic biodiversity in fen waters*. *Freshwater Biology*, 53, 2101-2116.
- Hill, M.O. & P. Smilauer (2005). *TWINSPAN for Windows, version 2.3*. Centre for Ecology and Hydrology & University of South Bohemia, Huntingdon & Ceske Budejovice.
- Jongman, R.H., C.J.F. ter Braak & O.F. van Tongeren (1987). *Data analysis in community and landscape ecology*. Wageningen.
- Katwijk, M.M. van (1988). *Multivariate analysetechnieken. Een handleiding voor gebruik bij verwerking van ecologische data*. Rapport Afdeling Aquatische biologie en Milieubiologie, Radboud Universiteit, Nijmegen.
- Katwijk, M.M. van & J.G.M. Roelofs (1988). *Vegetaties van waterplanten in relatie tot het milieu*. Rapport Afdeling Aquatische biologie en Milieubiologie, Katholieke (Radboud) Universiteit, Nijmegen.
- Kikkert, A. & Rutjes, P. (2006). *Onderzoek naar de visstand, macrofyten en epifytische diatomeeën in de Oude Rijn*. Aquaterra Water en Bodem b.v., projectnummer 20060709.
- Lamers, L.P.M. (2001). *Tackling biochemical questions in peatlands*. Proefschrift Radbouduniversiteit Nijmegen.
- Lamers, L.P.M. (red., 2006). *Onderzoek ten behoeve voor het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Eindrapportage 2003-2006*. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Kennis.
- Lamers, L.P.M., G.E. ten Dolle, S.T.G. van den Berg, S.P.J. van Delft & J.G.M. Roelofs (2001). *Differential responses of freshwater wetland soils to sulphate pollution*. *Biogeochemistry* 55, 87-102.
- Lamers, L.P.M., S.J. Falla, E.M. Samborska, I.A.R. van Dulken, G. van Hengstum & J.G.M. Roelofs (2002). *Factors controlling the extent of eutropication in sulphate-polluted wetlands*. *Limnology and Oceanography* 47, 585-593.
- Lamers, L., S. Schep, J. Geurts & F. Smolders (2013). *Erfenis fosfaatrijk verleden: helder water met woekerende waterplanten*. *H<sub>2</sub>O*, 13, 29-31.
- Lamers, L.P.M., H.B.M. Tomassen & J.G.M. Roelofs (1998). *Sulphate-induced eutrophication and phytotoxicity in freshwater wetlands*. *Environmental Science & Technology* 32, 199-205.
- Lucassen, E.C.H.E.T., A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs (2000). *De effecten van verhoogde sulfaatgehalten op grondwater gevoede ecosystemen*. *H<sub>2</sub>O* 33, 28-31.
- Lyon, M.J.H. de & J.G.M. Roelofs (1986). *Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid, deel 1 en deel 2*. Laboratorium voor Aquatische Oecologie, Katholieke (Radboud) Universiteit, Nijmegen.
- Meijden, R. van der (2005). *Heukels' Flora van Nederland*. Wolters-Noordhoff, Groningen.
- Molen van der, D.T., R. Pot, C.H.M. Evers & L.L.J. van Nieuwerburgh (red.) (2012). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021*. STOWA rapport 2012-31.
- Nijboer, R. & G. Boedeltje (2010). *Evaluatie van 23 macrofauna-monitoring bij Waterschap Rijn en IJssel*. Bureau Daslook in opdracht van Waterschap Rijn en IJssel.
- Pot, R. (2014) *QBWat*, programma voor toetsing van opnamen aan de maatlatten van de KRW (versie 5.21).
- Puijenbroek van, P. (2014). *De kwaliteit van het Nederlandse oppervlaktewater beoordeeld volgens de Kaderrichtlijn Water (KRW)*. De KRW-beoordeling uitgesplitst naar verklarende overzichten. Planbureau voor de Leefomgeving. PBL-publicatienummer 1355.
- Quinn, G.P. & M.J. Keough (2002). *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge University Press.

- Rutjes, P. & Fortuin, R. (2007). *KRW-bemonstering 19 beken Waterschap Rijn en IJssel*. Aquaterra Water en Bodem b.v., projectnummer 20070629.
- Smilauer, P. (1992). *Canodraw User's Guide version 3.0*. Environmental Change Research Centre, University College, London.
- Smolders, A.J.P. (1995). Mechanisms involved in the decline of aquatic macrophytes; in particular of *Stratiotes aloides* L. Proefschrift Radboud Universiteit.
- Smolders, A.J.P. (2012). Drempelwaarden van sulfaat: toxiciteit, interne eutrofiëring, veenafbraak. In: J.Vermaat, J. Harmsen, F. Hellmann, H. van der Geest, J. de Klein, S. Kosten, F. Smolders & J. Verhoeven (2012). *Zwavedynamiek in het West-Nederlandse laagveengebied; Met het oog op klimaatverandering*. pp. 46 – 60. Rapport AE-12/01 VU, Amsterdam.
- Smolders, A.J.P., C. den Hartog, C.B.L. van Gestel & J.G.M. Roelofs (1996). *The effects of ammonium on growth, accumulation of free amino acids and nutritional status of young phosphorous deficient Stratiotes aloides plants*. Aquatic Botany, 46, 247-253.
- Smolders, A.J.P., L.P.M. Lamers, C. den Hartog & J.G.M. Roelofs (2003). Mechanisms involved in the decline of *Stratiotes aloides* L. in the Netherlands: sulphate as a key variable. *Hydrobiologica* 506/509, 603-610.
- Smolders, A.J.P., 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 is, a review*. Chemistry and Ecology 22, 93-111.
- Smolders, A.J.P., E.C.H.E.T. Lucassen, R. Bobbink, J.G.M. Roelofs & L.P.M. Lamers (2010). How nitrate leaching from agricultural lands provokes phosphate eutrophication in groundwater fed wetlands: the sulphur bridge. *Biogeochemistry* 98, 1-7.
- Verdonschot, R.C.M., P.J.T.M. van Puijenbroek & P.F.M. Verdonschot (2013). *Bomen en stroming verhogen ecologische kwaliteit. Herstel Hierdense Beek*. Landschap 30, 83-92.
- Vermaat, J., J. Harmsen, F. Hellmann, H. van der Geest, J. de Klein, S. Kosten, F. Smolders & J. Verhoeven (2012a). *Zwavedynamiek in het West-Nederlandse laagveengebied; Met het oog op klimaatverandering*. Rapport AE-12/01 VU, Amsterdam.
- Vermaat, J. E., J. Harmsen, F.A. Hellmann, H.G. van der Geest, J.J.M. de Klein, S. Kosten, A.J.P. Smolders, J.T.A. Verhoeven, R.G. Mes & M. Ouboter (2012b). *Sulfaatbronnen in het Hollandse veenlandschap*. Landschap 30(1), 5-13.
- Waterschap Rijn en IJssel (2012). *Waterrapport 2008-2011*. Doetinchem.
- Waterschap Vallei en Eem (2001). *Waar komt toch al dat nitraat vandaan? Technische rapportage nitraatbronnenonderzoek Heelsumsebeekgebied*. Intern rapport.
- Welle, M.E.W. van der (2007). *Detoxifying toxicants. The effects of sulphur and nitrogen biogeochemistry on metal uptake and toxicity in freshwater wetlands*. Proefschrift Radboud Universiteit Nijmegen.
- Wiegleb, G. (1978) *Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen hydrochemische Umweltfaktoren und Makrophytenvegetation in stehenden Gewässern*. Archiv für Hydrobiologie, 83, 443-484.
- Witteveen + Bos (2007). *Onderzoek knelpunten waterkwaliteit Rijnstrangen*. In opdracht van Waterschap Rijn en IJssel.
- Zuidam, J.P. & E.T.H.M. Peeters (2012). *Cutting effects of Potamogeton lucens L. and Potamogeton compressus L.* Aquatic Botany 100, 51-55.

## BIJLAGEN



## Bijlage 1 Meetpunten

### Bemonsterde trajecten Waterschap Rijn en IJssel.

Nr	Typering WRIJ	Toegepast KRW-type	Jaar	Meetpunt-code WRIJ	Locatieomschrijving
1	R5	R5	2012	AAS00	Aastrang, Grens Dinxperlo
2	R5	R5	2012	AAS10	Aastrang Tulenbrug Breedenbroekseweg grens Ulft
3	R5	R5	2013	BAB01	Baakse beek; Emmerinkseweg Baak
4	R5	R5	2013	BAB03	Baakse beek; Kunnerij Zieuwent
5	R5	R5	2013	BAB12	Baakse Beek, instroming Wiersse
6	M1	M3	2012	BAV01	Barchemse Veengoot, Koedijk-Lochem
7	R5	R5	2012	BER00	Berkel, grens
8	M1	M3	2011	BOB01	Bolksbeek, Goorseweg Lochem
9	R5	R5	2008	BOS02	Boven Slinge; Poelsbrug Varsseveld
10	R5	R5	2010	BOS12	Boven Slinge Hiddinkdijk Varsseveld
11	R5	R5	2013	BOS20	Boven Slinge Beunkbrug Aalten
12	R5	R5	2013	BSB02	Bergerslagbeek; Paralel Ulft Melkvondel
13	R5	R5	2013	BUB01	Buurserbeek; Braambrug Buurse
14	R5	R5	2013	BUB45	Buurserbeek; Vloedstegenbrug Haaksbergen
15	M1	M3	2012	DIL02	Didamse Leigraaf, Eldrikseweg Angerlo
16	M1	M3	2012	DIW02	Didamse Wetering; Eldrikseweg Angerlo
17	R5	R5	2013	DMB01	Dommerbeek; weg Gorsel Epse
18	M1	M3	2011	DOB00	Dortherbeek, brug Oxerweg bij Oxerhoflaan Deventer
19	M1	M3	2011	DOB01	Dortherbeek, Molbergsteeg Epse
20	M1	M3	2011	DOB10	Dortherbeek; Oxe Epse
21	M1	M3	2011	DOO01	Dortherbeek-Oost, Boermark Loo
22	R5	R5	2011	EFB01	Eefsebeek, Sluis Eefde
23	R5	R5	2011	EFB03	Eefsebeek
24	R5	R5	2012	ELB01	Elsbeek, Diepenheimseweg-Neede
25	R5	R5	2011	GRB02	Grote Beek, Spaensweertweg Steenderen
26	R5	R5	2011	GRB22	Grote Beek, Muizengat/Het Lendebosch Steenderen
27	R5	R5	2011	GRK01	Grenskanaal, Grens Netterden
28	R5	R5	2011	GRK11	Grenskanaal, Grens Linthorst
29	M1	M3	2011	GRW01	Grote Waterleiding, Goorseweg Lochem
30	R3	R3	2012	KEB00	Keizersbeek Piepersbrug Dinxperlosestraatwg Aalten
31	R5	R5	2012	KEB01	Keizersbeek, Witgoorsbrug Aalten
32	R5	R5	2012	KEB02	Keizersbeek, Marmelhorstweg Voorst
33	R5	R5	2011	LEB01	Leerinkbeek Haarloseweg Borculo
34	R5	R5	2011	MEB01	Meibeek, De Huikert Ruurlo
35	R5	R5	2011	MEB02	Meibeek
36	M1	M3	2011	NDK01	Noorddijkerkanaal, Goorseweg Markelo
37	R5	R5	2009	NIB01	Nieuwe Beek
38	M3	M3	2011	ODR01	Oude Rijn, Berghoofdseweg Aerdt
39	R5	R5	2010	OWV01	Oosterwijkse Vloed, Weg Vorden Wichmond
40	R5	R5	2011	RMB01	Ramsbeek, Instroming Berkel Eibergen
41	R5	R5	2011	RMB03	Ramsbeek Emausweg
42	R5	R5	2009	ROB06	Rozendaalsebeek
43	R5	R5	2012	SBK90	Schipbeek Zwormertorenbrug Oxersteeg Deventer
44	R5	R5	2010	VAL02	Vierakkerselaak Zutph.wg Vorden RO 15
45	R5	R5	2011	VEG02	Veengoot, Baakseweg Vorden-Wichmond
46	R5	R5	2010	WAW01	Waalse water, Hommekensweg Braamt
47	R5	R5	2012	WEB01	Wehlse Beek, Liemersweg-Doetinchem

Nr	Typering WRIJ	Toegepast KRW-type	Jaar	Meetpunt-code WRIJ	Locatieomschrijving
48	R5	R5	2012	WEB02	Wehlse Beek,
49	M1	M3	2008	WIW02	Wijde Wetering Noordelijke Parallelweg
50	R5	R5	2011	WOS79	Oude Schipbeek, Looweg te Loo
51	R5	R5	2011	XZB96	Zoddebeek Hofterveldweg
52	M1	M3	2008	ZEW01	Zevenaarse Wetering
53	M1	M3	2008	ZWA01	Zwalm, Rivierweg (PW 51) Giesbeek

### Bemonsterde trajecten Waterschap Vallei en Veluwe

Nr	Typering VV	Toegepast KRW-type	Jaar	VV-code	Werk-code	Locatieomschrijving
1	M6a	M3	2012	200250	VAK112	Apeldoorns Kanaal, 1e pand
2	M6a	M3	2009	200120	VAK2109	Apeldoorns Kanaal, 1e pand, Apeldoorn
3	M6a	M3	2012	200120	VAK2112	Apeldoorns Kanaal, 1e pand, Apeldoorn
4	M6a	M3	2012	200010	VAK312	Apeldoorns Kanaal, 1e pand, Laag Soeren, Soerensebrug
5	M6a	M3	2012	200050	VAK412	Apeldoorns Kanaal, 3de pand, Vaassen Deventerstraat
6	M6a	M3	2012	200060	VAK512	Apeldoorns Kanaal, 4e pand, Heerde Bonenburgerbrug
7	M6a	M3	2012	200090	VAK612	Apeldoorns Kanaal, 5e pand Wapenveld, Kloosterweg
8	R5	R5	2013	287154	VAS13	Astbeek Barneveld
9	R5	R5	2013	287201	VBB113	Barneveldsebeek Barneveld
10	R6	R5	2012	289738	VBB212	Barneveldsebeek Operaweg Amersfoort
11	R5	R5	2012	287205	VBB312	Barneveldsebeek Stoutenburg
12	R4	R5	2011	240050	VEB11	Eekterbeek, Elburg, Jukweg
13	R5	R5	2012	287056	VES112	Esvelderbeek Stoutenburgerln na duiker
14	R5	R5	2013	287051	VES113	Esvelderbeek Barneveld
15	R4	R5	2012	287080	VGAR12	Garderbroeksebeek duiker Krollerweg
16	M3	M3	2011	241010	VGG11	Gelderse Gracht, Noordeinde, Gemaal de Wenden, Oosterwolde
17	R4	R5	2011	210210	VGR111	Grift, Apeldoorn, Anklaarseweg
18	R5	R5	2011	205140	VGR211	Grift, Apeldoorn, Prinsenweide
19	R5	R5	2012	210040	VGR312	Grift, Epe, Vemderweg
20	R5	R5	2012	210010	VGR412	Grift, Vaassen, Eekterweg
21	R4	R5	2013	287101	VGVB13	Grote Valksche Beek De Valk
22	M3	M3	2007	233510	VGW107	Grote Wetering De Kar
23	M3	M3	2009	232060	VGW209	Grote Wetering, de Vecht
24	M3	M3	2007	232000	VGW307	Grote Wetering, Teuge, Lochemsestraat
25	M3	M3	2012	232040	VGW412	Grote Wetering, Veessen, Kerkdijk
26	M3	M3	2009	232120	VGW509	Grote Wetering, Wapenveld
27	R5	R5	2010	289056	VHEB110	Heelsumsebeek in heidetraject, bij bruggetje
28	R4	R5	2013	289054	VHB213	Heelsumsebeek midden thv Kabeljauw
29	M1a	M3	2011	260780	VHEI11	Heigraaf West
30	R4	R5	2010	243520	VHIE10	Hierdensebeek, Hierden, Waterweg
31	R5	R5	2013	287001	VHOE113	Hoewelakensebeek Klaarwaterse brug
32	R5	R5	2012	287003	VHOE212	Hoewelakensebeek monding
33	R5	R5	2013	287249	VKBB13	Kleine Barneveldsebeek thv Otelaar
34	M3	M3	2012	222050	VLL12	Lage Leiding, Voorst, Voorsterklei
35	R5	R5	2013	288003	VLUN13	Luntersebeek Scherpenzeel
36	M3	M3	2012	285251	VMID12	Middelbeek Nijkerk
37	R4	R5	2013	288651	VMOD113	Modderbeek Achterveld Asschaterweg
38	R5	R5	2013	289756	VMOD213	Modderbeek eind, bovenstrooms stuw voor Valleikanl
39	R5	R5	2013	288650	VMOD313	Modderbeek zuidelijke tak Scherpenzeelseweg

Nr	Typering VV	Toegepast KRW-type	Jaar	VV-code	Werk-code	Locatieomschrijving
40	R4	R5	2013	289853	VMOO13	Moorsterbeek (eind) Lapeerweg Leusden
41	M3	M3	2009	232580	VNW109	Nieuwe Wetering, Epe
42	M3	M3	2009	232510	VNW209	Nieuwe Wetering, Wapenveld, Kerkstraat
43	M3	M3	2009	231750	VNIJB09	Nijbroekse Wetering, Nijbroek
44	M3	M3	2011	240500	VNM11	Noordermerkkanaal, Kampernieuwstad, Oosterwolde, de
45	R5	R5	2011	240010	VPU111	Puttenerbeek, Elburg, sportveld
46	R5	R5	2011	240000	VPU211	Puttenerbeek, Hoge Enk, Broekdijk
47	R4	M3	2012	286115	VRAS112	Rassenbeek
48	R4	M3	2012	286122	VRAS212	Rassenbeek, Nijkerkergemaal
49	R4	R5	2013	220170	VRHB13	Rhienderense Beek, Rhienderen
50	R4	R5	2013	600710	VSMA13	Smallerse Beek, Emst, Kiefkampweg
51	M6a	M3	2010	248200	VELB110	Stadsgracht-West, Elburg, Havenkade
52	M6a	M3	2010	248230	VELB210	Stadsgracht-West, Elburg, Noorderwal
53	M3	M3	2009	231510	VTW109	Terwoldse Wetering, Terwolde
54	M3	M3	2009	231580	VTW209	Terwoldse Wetering, Veessen, Kerkdijk
55	M6a	M3	2012	231010	VTOE12	Toevoerkanaal Terwolde, Twelloseweg
56	R6	R5	2011	289771	VVAL111	Valleikanaal (eind) Hooglandseweg Amersfoort
57	R6	R5	2011	289729	VVAL211	Valleikanaal brug Heuvelsesteeg Veenendaal
58	R6	R5	2011	289687	VVAL311	Valleikanaal Werftweg
59	M6a	M3	2007	232240	VVKA07	Verbindingskanaal, De Vecht, Lochemsestraat
60	R5	R5	2012	223640	VVOB12	Voorstondense Beek
61	M3	M3	2012	286102	VWIE12	Wiel Nijkerk
62	M3	M3	2013	288400	VZIJ113	Zijdewetering bij spoor
63	M3	M3	2013	288353	VZIJ213	Zijdewetering tussen zijpad Kooiweg en A12
64	R5	M3	2013	289727	VZIJ313	Zijdewetering zuid van A12



## Bijlage 2A Jaargemiddelde waarden van de milieuparameters per Twinspan-groep

Gemiddelde waarden van milieuparameters voor de onderscheiden TWINSPAN-groepen. Indien in een kolom de gemiddelde waarden verschillende letters hebben is sprake van een significant verschil (Turkey-test;  $P < 0,05$ ).

s. f. = standaardfout.

Cluster		NH4	NO2	NO3	Ntot	O2	pH	PO4	Ptot	SO4	Alk.	Fe	Ca	Cl	K	Mg	Na	Str	Str WRIJ	Diepte	Breedte
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	m/sec	m/sec	cm	m
1	Gem.	0,10 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,66 <sup>a</sup>	9,32 <sup>b</sup>	6,91 <sup>b</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	23,0 <sup>a</sup>	0,38 <sup>a</sup>	0,16 <sup>a</sup>	13,2 <sup>a</sup>	19,8 <sup>a</sup>	1,9 <sup>a</sup>	3,0 <sup>a</sup>	15,0 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>		182 <sup>c</sup>	12,00 <sup>b</sup>
	s.f.	0,00	0,00	0,07	0,04	0,13	0,10	0,00	0,00	1,2	0,01	0,01	0,8	1,4	0,1	0,2	0,0	0,00		2	0
	N	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
2	Gem.	0,17 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>	1,32 <sup>a</sup>	9,26 <sup>b</sup>	7,43 <sup>c</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,09 <sup>ab</sup>	28,0 <sup>ab</sup>	0,77 <sup>a</sup>	0,19 <sup>a</sup>	20,0 <sup>a</sup>	30,4 <sup>a</sup>	3,3 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>	17,2 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>		171 <sup>bc</sup>	10,67 <sup>b</sup>
	s.f.	0,05	0,01	0,23	0,39	0,34	0,06	0,01	0,03	2,3	0,15	0,06	2,4	5,0	0,6	0,1	1,3	0,02		23	1
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	6	5	5	5	6		6
3	Gem.	0,36 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,91 <sup>a</sup>	2,53 <sup>ab</sup>	8,88 <sup>b</sup>	7,73 <sup>d</sup>	0,07 <sup>a</sup>	0,18 <sup>ab</sup>	39,0 <sup>ab</sup>	3,36 <sup>b</sup>	0,44 <sup>a</sup>	69,7 <sup>bc</sup>	58,6 <sup>a</sup>	7,9 <sup>a</sup>	9,5 <sup>b</sup>	34,2 <sup>a</sup>	0,07 <sup>abc</sup>	0,74	104 <sup>ab</sup>	9,60 <sup>ab</sup>
	s.f.	0,06	0,00	0,33	0,35	0,23	0,05	0,02	0,03	4,2	0,31	0,07	5,3	11,1	0,9	0,8	5,1	0,02	0,47	14	1,90
	N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	13	13	13	15	13	13	13	15	2	15
4	Gem.	0,21 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>	2,89 <sup>abc</sup>	9,19 <sup>b</sup>	7,70 <sup>cd</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,10 <sup>ab</sup>	47,6 <sup>ab</sup>	3,94 <sup>b</sup>	0,35 <sup>a</sup>	83,5 <sup>bc</sup>	41,7 <sup>a</sup>	7,5 <sup>a</sup>	8,6 <sup>b</sup>	23,0 <sup>a</sup>	0,11 <sup>abc</sup>	0,54	94 <sup>a</sup>	7,96 <sup>ab</sup>
	s.f.	0,02	0,00	0,22	0,25	0,27	0,03	0,01	0,01	3,5	0,19	0,09	3,6	2,5	0,9	0,3	1,4	0,02	0,10	6	1,18
	N	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	20	18	22	23	19	22	21	23	14	23
5	Gem.	0,24 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	2,28 <sup>a</sup>	3,74 <sup>abc</sup>	9,39 <sup>b</sup>	7,62 <sup>cd</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,11 <sup>ab</sup>	57,8 <sup>b</sup>	4,56 <sup>b</sup>	0,16 <sup>a</sup>	97,5 <sup>c</sup>	44,2 <sup>a</sup>	8,7 <sup>a</sup>	9,5 <sup>b</sup>	28,6 <sup>a</sup>	0,10 <sup>abc</sup>	0,39	81 <sup>a</sup>	4,75 <sup>ab</sup>
	s.f.	0,02	0,00	0,49	0,53	0,21	0,02	0,01	0,01	3,8	0,14	0,04	4,0	3,8	0,8	0,3	2,2	0,01	0,03	4	1
	N	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	23	19	25	28	21	25	24	28	24	28
6	Gem.	0,26 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	2,64 <sup>a</sup>	4,09 <sup>abc</sup>	9,97 <sup>b</sup>	7,72 <sup>d</sup>	0,06 <sup>a</sup>	0,15 <sup>ab</sup>	42,8 <sup>ab</sup>	3,22 <sup>b</sup>	0,29 <sup>a</sup>	70,1 <sup>bc</sup>	42,4 <sup>a</sup>	10,1 <sup>a</sup>	7,1 <sup>b</sup>	31,0 <sup>a</sup>	0,16 <sup>bc</sup>	1,13	102 <sup>ab</sup>	6,32 <sup>ab</sup>
	s.f.	0,03	0,00	0,56	0,63	0,67	0,04	0,01	0,02	4,3	0,28	0,08	5,3	5,3	1,3	0,5	6,3	0,03	0,06	22	1,42
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	10	11	12	14	12	12	11	14	6	14
7	Gem.	0,20 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	2,71 <sup>a</sup>	4,06 <sup>abc</sup>	9,70 <sup>b</sup>	7,56 <sup>cd</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,08 <sup>ab</sup>	52,9 <sup>ab</sup>	3,31 <sup>b</sup>	0,48 <sup>a</sup>	72,0 <sup>bc</sup>	31,2 <sup>a</sup>	10,4 <sup>a</sup>	7,5 <sup>b</sup>	18,9 <sup>a</sup>	0,18 <sup>c</sup>	0,52	52 <sup>a</sup>	3,06 <sup>ab</sup>
	s.f.	0,03	0,00	0,70 <sup>a</sup>	0,88	0,21	0,06	0,01	0,01	7,2	0,71	0,11	14,2	2,6	2,0	0,8	2,0	0,04	0,13	9	0,91
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	6	8	8	5	8	8	8	6	8
8	Gem.	0,39 <sup>a</sup>	0,08 <sup>a</sup>	1,54 <sup>a</sup>	2,94 <sup>abc</sup>	9,03 <sup>b</sup>	7,61 <sup>cd</sup>	0,09 <sup>a</sup>	0,24 <sup>bc</sup>	30,2 <sup>ab</sup>	3,12 <sup>b</sup>	0,45 <sup>a</sup>	64,9 <sup>bc</sup>	30,2 <sup>a</sup>	8,9 <sup>a</sup>	6,8	21,3 <sup>a</sup>	0,18 <sup>c</sup>	1,1	43 <sup>a</sup>	5,09 <sup>ab</sup>
	s.f.																				
	N																				



Cluster		NH4	NO2	NO3	Ntot	O2	pH	PO4	Ptot	SO4	Alk.	Fe	Ca	Cl	K	Mg	Na	Str	Str WRIJ	Diepte	Breedte
	s.f.	0,07	0,03	0,35	0,42	0,40	0,06	0,02	0,04	2,8	0,53	0,11	10,2	3,1	1,8	0,8	2,6	0,02	.	5	2
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	8	10	10	14	10	10	10	14	1	14	14
9	Gem.	1,87 <sup>b</sup>	0,16 <sup>b</sup>	2,02 <sup>a</sup>	5,68 <sup>bc</sup>	6,24 <sup>a</sup>	7,46 <sup>cd</sup>	0,22 <sup>b</sup>	0,36 <sup>c</sup>	35,2 <sup>ab</sup>	3,26 <sup>b</sup>	0,46 <sup>a</sup>	55,4 <sup>b</sup>	100,2 <sup>b</sup>	48,0 <sup>b</sup>	6,6	64,2 <sup>b</sup>	0,12 <sup>abc</sup>		67 <sup>a</sup>	5,18 <sup>ab</sup>
	s.f.	0,76	0,05	0,63	1,56	0,96	0,04	0,08	0,09	5,7	0,35	0,13	5,6	31,2	16,1	0,6	19,4	0,01		13	0,74
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	5	5	5	5	5		5	5
10	Gem.	0,18 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>	6,295 <sup>b</sup>	6,48 <sup>c</sup>	9,595 <sup>b</sup>	6,025 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	25,9 <sup>a</sup>	0,163 <sup>a</sup>	g.d.	15,05 <sup>a</sup>	30,2 <sup>a</sup>	3,84 <sup>a</sup>	3,275 <sup>b</sup>	20,5 <sup>a</sup>	0,1205 <sup>abc</sup>		32 <sup>a</sup>	1,00 <sup>a</sup>
	s.f.	0,04	0	0,235	0,22	1,345	0,175	0	0	0,1	0,005	g.d.	0,45	2,2	0	0,105	2,5	0,0225		13	0
	N	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	g.d.	2	2	2	2	2	2		2	2



## Bijlage 2B Zomergemiddelde waarden van de milieuparameters per Twinspan-groep

Gemiddelde waarden van milieuparameters voor de onderscheiden TWINSPAN-groepen. Indien in een kolom de gemiddelde waarden verschillende letters hebben is sprake van een significant verschil (Turkey-test;  $P < 0,05$ ).

s. f. = standaardfout.

Cluster		NH4	NO2	NO3	Nkj	Ntot	O2	pH	PO4	Ptot	SO4	Alk	Cl	Na
1	Gem.	0,10 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>	0,52 <sup>a</sup>	0,52 <sup>a</sup>	0,57 <sup>a</sup>	9,34 <sup>b</sup>	6,98 <sup>b</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	22,9 <sup>a</sup>	0,42 <sup>a</sup>	21,4 <sup>a</sup>	14,7
	s.f.	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,07	0,03	0,00	0,00	1,1	0,00	2,5	1,8
	N	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	Gem.	0,15 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,55 <sup>a</sup>	0,75 <sup>a</sup>	1,15 <sup>a</sup>	8,67 <sup>b</sup>	7,54 <sup>cd</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,09 <sup>ab</sup>	28,57 <sup>a</sup>	0,77 <sup>a</sup>	31,58 <sup>a</sup>	17,43 <sup>a</sup>
	s.f.	0,04	0,01	0,26	0,11	0,42	0,51	0,08	0,02	0,04	2,50	0,15	6,07	1,62
	N	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	5
3	Gem.	0,15 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,55 <sup>a</sup>	1,37 <sup>a</sup>	1,93 <sup>a</sup>	8,67 <sup>b</sup>	7,84 <sup>d</sup>	0,06 <sup>a</sup>	0,16	38,71 <sup>a</sup>	3,35 <sup>b</sup>	62,05 <sup>ab</sup>	36,28 <sup>a</sup>
	s.f.	0,01	0,00	0,26	0,14	0,30	0,38	0,06	0,02	0,03	5,59	0,29	11,56	5,51
	N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	11	15	13
4	Gem.	0,13 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,80 <sup>a</sup>	1,31 <sup>a</sup>	2,12 <sup>a</sup>	8,75 <sup>b</sup>	7,81 <sup>cd</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,10 <sup>ab</sup>	44,14 <sup>a</sup>	3,65 <sup>b</sup>	44,26 <sup>ab</sup>	21,69 <sup>a</sup>
	s.f.	0,01	0,00	0,13	0,09	0,18	0,29	0,04	0,01	0,01	3,64	0,29	3,10	0,92
	N	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	12	23	12
5	Gem.	0,14 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	1,48 <sup>a</sup>	1,32 <sup>a</sup>	2,83 <sup>ab</sup>	8,89 <sup>b</sup>	7,72 <sup>cd</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,10 <sup>ab</sup>	57,67 <sup>a</sup>	4,17 <sup>b</sup>	48,90 <sup>ab</sup>	41,05 <sup>a</sup>
	s.f.	0,02	0,01	0,37	0,07	0,41	0,25	0,03	0,01	0,01	4,19	0,33	5,13	11,41
	N	28	28	28	28	28	28	28	28	28	26	9	28	10
6	Gem.	0,16 <sup>a</sup>	0,05 <sup>a</sup>	1,71 <sup>a</sup>	1,39 <sup>a</sup>	3,13 <sup>ab</sup>	8,54 <sup>b</sup>	7,80 <sup>cd</sup>	0,06 <sup>a</sup>	0,16 <sup>ab</sup>	44,23 <sup>a</sup>	3,19 <sup>b</sup>	47,27 <sup>ab</sup>	33,97 <sup>a</sup>
	s.f.	0,02	0,01	0,36	0,11	0,43	0,34	0,05	0,01	0,02	5,83	0,28	8,01	8,39
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	11	14	12
7	Gem.	0,12 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	2,34 <sup>a</sup>	1,26 <sup>a</sup>	3,61 <sup>abc</sup>	9,11 <sup>b</sup>	7,65 <sup>cd</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,08 <sup>ab</sup>	52,60 <sup>a</sup>	2,84 <sup>b</sup>	31,29 <sup>a</sup>	19,76 <sup>a</sup>
	s.f.	0,03	0,00	0,65	0,19	0,77	0,24	0,07	0,01	0,01	7,20	0,93	3,10	3,51
	N	8	8	8	8	8	7	8	8	8	8	4	8	5
8	Gem.	0,30 <sup>a</sup>	0,06 <sup>a</sup>	1,23 <sup>a</sup>	1,48 <sup>a</sup>	2,60 <sup>ab</sup>	8,59 <sup>b</sup>	7,70 <sup>cd</sup>	0,09 <sup>a</sup>	0,23 <sup>bc</sup>	24,64 <sup>a</sup>	2,99 <sup>b</sup>	28,94 <sup>a</sup>	17,96 <sup>a</sup>





Cluster		NH4	NO2	NO3	Nkj	Ntot	O2	pH	PO4	Ptot	SO4	Alk	Cl	Na
	s.f.	0,05	0,01	0,30	0,16	0,38	0,44	0,07	0,02	0,04	3,42	0,58	3,20	2,37
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	7	14	9
9	Gem.	1,80 <sup>b</sup>	0,17 <sup>b</sup>	1,75 <sup>a</sup>	3,42 <sup>b</sup>	5,32 <sup>bc</sup>	5,47 <sup>a</sup>	7,46 <sup>c</sup>	0,25 <sup>b</sup>	0,36 <sup>c</sup>	33,69 <sup>a</sup>	3,58 <sup>b</sup>	94,48 <sup>b</sup>	53,76 <sup>a</sup>
	s.f.	0,86	0,06	0,71	1,12	1,77	0,85	0,06	0,08	0,10	6,36	0,04	29,73	15,23
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5
10	Gem.	0,15 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>	6,21 <sup>b</sup>	0,56 <sup>a</sup>	6,44 <sup>d</sup>	9,36 <sup>b</sup>	5,99 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	26,00 <sup>a</sup>	0,16 <sup>a</sup>	29,86 <sup>a</sup>	20,03 <sup>a</sup>
	s.f.	0,04	0,00	0,26	0,02	0,23	1,35	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	2,64	3,33
	N	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2



## Bijlage 3 Resultaten forward selection uit de CCA-analyses

### Jaargemiddelde waarden WRIJ en Vallei-Veluwe samen

#### Marginal effects

Onder 'marginal effects' wordt verstaan de hoeveelheid variantie die elke variabele afzonderlijk verklaart. Dit is weergegeven in de eerste tabel. De milieuvariabelen zijn dus gerangschikt op basis van de variantie die elk afzonderlijk verklaart, d.w.z. in het geval de variabele als enige omgevingsvariabele wordt gebruikt.

Variable	Verklaarde variantie
Alkaliniteit	0,16
pH	0,13
K	0,11
NKj	0,11
P	0,11
NH4	0,10
NO3	0,10
PO4	0,10
Breedte	0,09
Ca	0,09
NO2	0,09
Stroomsnelheid	0,09
O2	0,08
Bodem maaien voorjaar	0,08
Fe	0,07
SO4	0,07
Afvoer	0,06
Cl	0,07

#### Conditional effects

De 'conditional effects' zijn de deeleffecten van de geselecteerde variabelen. In de tweede tabel zijn daarbij de milieuvariabelen gerangschikt op basis van de volgorde waarin ze in het model zijn opgenomen, tezamen met de extra variantie die elke variabele verklaart op het moment dat die in het model werd opgenomen. Van elke variabele is de significantie vermeld (P-waarde) samen met de F-waarde. De met groen aangegeven variabelen dragen significant bij aan het model.

Variabele	Toegevoegde verklaarde variantie	P	F
Alkaliniteit	0,16	0,005	4,06
Ptot	0,11	0,005	2,73
pH	0,10	0,005	2,47
NO3	0,09	0,005	2,49
Breedte	0,07	0,005	1,86
NKj	0,07	0,010	1,86
Stroomsnelheid	0,07	0,010	1,86
NH4	0,07	0,030	1,73
Afvoer	0,06	0,020	1,47
Fe	0,05	0,035	1,33
O2	0,05	0,105	1,32
Cl	0,05	0,145	1,23



K	0,05	0,06	1,36
Bodem maaien voorjaar	0,05	0,19	1,16
SO4	0,04	0,395	0,99
NO2	0,03	0,565	0,89
Ca	0,02	0,975	0,43

## Zomergemiddelde waarden WRIJ en Vallei-Veluwe samen

### Marginal effects

In de tabel zijn de milieuv variabelen zijn gerangschikt op basis van de variantie die elk afzonderlijk verklaart, d.w.z. in het geval de variabele als enige omgevingsvariabele wordt gebruikt.

Variabele	Verklaarde variantie
Alkaliniteit	0,14
Bodem maaien voorjaar	0,12
pH	0,11
NO2	0,10
NO3	0,10
NKj	0,09
Breedte	0,09
Diepte	0,09
NH4	0,09
PO4	0,08
Stroomsnelheid	0,08
O2	0,07
SO4	0,07
Afvoerloosheid	0,07
Cl	0,06

### Conditional effects

In de tweede tabel zijn daarbij de milieuv variabelen gerangschikt op basis van de volgorde waarin ze in het model zijn opgenomen, tezamen met de extra variantie die elke variabele verklaart op het moment dat die in het model werd opgenomen. Van elke variabele is de significantie vermeld (P-waarde) samen met de F-waarde. De met groen aangegeven variabelen dragen significant bij aan het model.

Variable	Toegevoegde verklaarde variantie	P	F
Alkaliniteit	0,14	0,005	3,33
Bodem maaien voorjaar	0,11	0,005	2,63
NO3	0,11	0,005	2,65
pH	0,09	0,005	2,34
Diepte	0,09	0,005	2,18
Nkj	0,08	0,005	1,89
O2	0,07	0,08	1,76
NO2	0,06	0,04	1,62
Stroomsnelheid	0,07	0,005	1,65
Afvoerloosheid	0,06	0,01	1,11
Breedte	0,05	0,15	1,31
Cl	0,05	0,15	1,24
SO4	0,04	0,195	1,21
NH4	0,04	0,57	0,95
PO4	0,03	0,90	0,74



## Jaargemiddelde waarden: alleen WRIJ

### Marginal effects

In de eerste tabel zijn de milieuvariabelen gerangschikt op basis van de variantie die elk afzonderlijk verklaart, d.w.z. in het geval de variabele als enige omgevingsvariabele wordt gebruikt.

Variabele	Verklaarde variantie
Alkaliniteit	0,14
NO3	0,14
NO2	0,13
K	0,09
Stroomsnelheid	0,09
Afvoer	0,09
Ptot	0,09
NKj	0,09
PO4	0,09
Cl	0,08
Breedte	0,08
Fe	0,08
SO4	0,08
NH4	0,07
pH	0,07
O2	0,07
Ca	0,05
Talud maaien voorjaar	0,05
Bodem maaien voorjaar	0,02

### Conditional effects

In de tweede tabel zijn de milieuvariabelen gerangschikt op basis van de volgorde waarin ze in het model zijn opgenomen, tezamen met de extra variantie die elke variabele verklaart op het moment dat die in het model werd opgenomen. Groen aangegeven variabelen dragen significant bij aan het model.

Variabele	Toegevoegde verklaarde variantie	P	F
Alkaliniteit	0,14	0,005	2,22
NO2	0,13	0,005	1,89
SO4	0,09	0,155	1,43
Ptot	0,09	0,030	1,51
NO3	0,09	0,035	1,42
Afvoer	0,08	0,060	1,36
Stroomsnelheid	0,09	0,065	1,46
NKj	0,08	0,155	1,19
NH4	0,08	0,040	1,47
Breedte	0,07	0,300	1,13
K	0,07	0,160	1,20
Fe	0,07	0,215	1,16
O2	0,07	0,315	1,10
Cl	0,06	0,445	0,99
pH	0,07	0,205	1,22
PO4	0,06	0,355	1,05
Talud maaien voorjaar	0,05	0,715	0,78
Bodem maaien	0,03	0,960	0,53
Ca	0,03	0,960	0,52



## Jaargemiddelde waarden: alleen Vallei en Veluwe

### Marginal effects

In de eerste tabel zijn de milieuv variabelen gerangschikt op basis van de variantie die elk afzonderlijk verklaart, d.w.z. in het geval de variabele als enige omgevingsvariabele wordt gebruikt.

Variable	Verklaarde variantie
pH	0,37
Alkaliniteit	0,29
NO3	0,25
Breedte	0,22
Stroomsnelheid	0,17
Ptot	0,16
NH4	0,15
Bodem maaien voorjaar	0,14
O2	0,12
Fe	0,11
SO4	0,08

### Conditional effects

In de tweede tabel zijn de milieuv variabelen gerangschikt op basis van de volgorde waarin ze in het model zijn opgenomen, tezamen met de extra variantie die elke variabele verklaart op het moment dat die in het model werd opgenomen. Groen aangegeven variabelen dragen significant bij aan het model.

Variabele	Toegevoegde verklaarde variantie	P	F
pH	0,37	0,005	4,68
Breedte	0,19	0,005	2,45
NO3	0,16	0,010	2,15
NH4	0,13	0,030	1,79
Alkaliniteit	0,11	0,035	1,44
Fe	0,10	0,070	1,4
Ptot	0,10	0,110	1,32
Stroomsnelheid	0,09	0,170	1,22
Bodem maaien voorjaar	0,09	0,180	1,21
O2	0,09	0,145	1,25
SO4	0,07	0,370	1,03



## Bijlage 4 EKR-waarden

Nr.	Monster	Jaar	Type	EKR	Abundantie	Submers	Drijvend	Emers	Flab	Kroos	Soorten
<b>Rijn en IJssel</b>											
1	AAS00	2012	R5	0,453	0,467	0,600	-	0,800	1,000	1,000	0,439
2	AAS10	2012	R5	0,420	0,558	0,773	-	0,900	1,000	0,900	0,281
3	BAB01	2013	R5	0,417	0,555	0,720	-	1,000	0,500	0,657	0,280
4	BAB03	2013	R5	0,365	0,487	0,580	-	0,880	0,743	1,000	0,243
5	BAB12	2013	R5	0,252	0,308	0,200	-	0,920	0,400	0,020	0,196
6	BAV01	2012	M3	0,713	0,600	0,500	0,700	-	-	-	0,827
7	BER00	2012	R5	0,313	0,467	0,600	-	0,800	1,000	1,000	0,158
8	BOB01	2011	M3	0,419	0,583	0,867	0,300	-	-	-	0,254
9	BOS02	2008	R5	0,243	0,433	0,800	-	0,500	1,000	1,000	0,053
10	BOS12	2010	R5	0,405	0,400	0,400	-	0,800	0,743	1,000	0,410
11	BOS20	2013	R5	0,454	0,413	0,640	-	0,600	1,000	1,000	0,496
12	BSB01	2013	R5	0,552	0,330	0,590	-	0,400	1,000	1,000	0,774
13	BUB01	2013	R5	0,454	0,518	0,853	-	0,700	1,000	1,000	0,389
14	BUB45	2013	R5	0,556	0,591	0,973	-	0,800	1,000	1,000	0,522
15	DIL02	2012	M3	0,372	0,575	0,400	0,750	-	-	-	0,169
16	DIW02	2012	M3	0,521	0,625	0,400	0,850	-	-	-	0,418
17	DMB01	2013	R5	0,452	0,400	0,400	-	0,800	1,000	1,000	0,505
18	DOB00	2011	M3	0,487	0,583	0,300	0,867	-	-	-	0,390
19	DOB01	2011	M3	0,416	0,300	0,300	0,300	-	-	-	0,531
20	DOB10	2011	M3	0,473	0,633	0,400	0,867	-	-	-	0,312
21	DOO01	2011	M3	0,375	0,493	0,200	0,787	-	-	-	0,256
22	EFB01	2011	R5	0,196	0,350	0,200	-	0,900	0,300	1,000	0,042
23	EFB03	2011	R5	0,237	0,400	0,400	-	0,800	1,000	1,000	0,073
24	ELB01	2012	R5	0,405	0,611	0,933	-	0,900	1,000	1,000	0,198
25	GRB02	2011	R5	0,350	0,233	0,200	-	0,500	0,743	1,000	0,467
26	GRB22	2011	R5	0,100	0,200	0,200	-	0,400	0,743	1,000	0,000
27	GRK01	2011	R5	0,209	0,418	0,720	-	0,550	0,743	0,400	0,000
28	GRK11	2011	R5	0,215	0,430	0,590	-	0,700	1,000	0,900	0,000
29	GRW01	2011	M3	0,386	0,500	0,400	0,600	-	-	-	0,271
30	KEB00	2012	R5	0,590	0,653	0,960	-	1,000	1,000	1,000	0,527
31	KEB01	2012	R5	0,329	0,452	0,460	-	0,800	0,450	0,550	0,205
32	KEB02	2012	R5	0,365	0,551	0,733	-	0,920	1,000	0,550	0,179
33	LEB01	2011	R5	0,331	0,443	0,430	-	0,900	1,000	1,000	0,218
34	MEB01	2011	R5	0,133	0,267	0,200	-	0,600	0,743	1,000	0,000
35	MEB02	2011	R5	0,132	0,265	0,300	-	0,600	0,160	1,000	0,000
36	NDK01	2011	M3	0,516	0,700	0,400	1,000	-	-	-	0,331
37	NIB01	2009	R5	0,246	0,367	0,200	-	0,900	1,000	1,000	0,125
38	ODR01	2011	M3	0,453	0,600	0,500	0,700	-	-	-	0,306
39	OWV01	2010	R5	0,242	0,325	0,600	-	0,500	0,200	1,000	0,159
40	RMB01	2011	R5	0,506	0,544	0,733	-	0,900	1,000	1,000	0,468
41	RMB03	2011	R5	0,456	0,456	0,667	-	0,700	1,000	1,000	0,457
42	ROB06	2009	R5	0,382	0,422	0,667	-	0,600	1,000	1,000	0,342
43	SBK90	2012	R5	0,158	0,317	0,350	-	0,600	1,000	0,900	0,000
44	VAL02	2010	R5	0,131	0,107	0,200	-	0,120	1,000	1,000	0,155
45	VEG02	2011	R5	0,426	0,417	0,667	-	0,800	0,200	1,000	0,435
46	WAW01	2010	R5	0,226	0,120	0,200	-	0,160	1,000	1,000	0,332
47	WEB01	2012	R5	0,384	0,300	0,200	-	0,700	0,743	1,000	0,467
48	WEB02	2012	R5	0,363	0,400	0,450	-	0,700	1,000	0,450	0,325
49	WIW02	2008	M3	0,438	0,552	0,450	0,653	-	-	-	0,325



Nr.	Monster	Jaar	Type	EKR	Abundantie	Submers	Drijvend	Emers	Flab	Kroos	Soorten
50	WOS79	2011	R5	0,271	0,467	0,600	-	0,800	1,000	1,000	0,076
51	XZB96	2011	R5	0,389	0,273	0,500	-	0,320	1,000	1,000	0,504
52	ZEW01	2008	M3	0,613	0,760	1,000	0,520	-	-	-	0,465
53	ZWA01	2008	M3	0,648	0,683	0,867	0,500	-	-	-	0,613
<b>Vallei en Veluwe</b>											
54	VAK112	2012	M3	0,300	0,600	0,200	1,000	-	-	-	0,000
55	VAK2109	2009	M3	0,283	0,190	0,300	0,080	-	-	-	0,377
56	VAK2112	2012	M3	0,232	0,260	0,200	0,320	-	-	-	0,204
57	VAK312	2012	M3	0,255	0,510	0,500	0,520	-	-	-	0,000
58	VAK412	2012	M3	0,170	0,340	0,600	0,080	-	-	-	0,000
59	VAK512	2012	M3	0,519	0,717	0,733	0,700	-	-	-	0,322
60	VAK612	2012	M3	0,338	0,387	0,040	0,733	-	-	-	0,289
61	VAS13	2013	R5	0,310	0,467	0,867	-	0,700	0,743	0,300	0,154
62	VBB113	2013	R5	0,523	0,633	0,900	-	1,000	1,000	1,000	0,413
63	VBB212	2012	R5	0,323	0,487	0,600	-	0,860	1,000	0,900	0,159
64	VBB312	2012	R5	0,481	0,504	0,613	-	0,900	1,000	0,800	0,457
65	VEB11	2011	R5	0,303	0,263	0,390	-	0,400	1,000	1,000	0,343
66	VES112	2012	R5	0,322	0,467	0,900	-	0,500	0,743	1,000	0,178
67	VES113	2013	R5	0,288	0,333	0,400	-	0,600	1,000	0,900	0,243
68	VGAR12	2012	R5	0,349	0,405	0,720	-	0,600	0,300	1,000	0,293
69	VGG11	2011	M3	0,208	0,140	0,200	0,080	-	-	-	0,275
70	VGR111	2011	R5	0,369	0,533	0,600	-	1,000	1,000	1,000	0,205
71	VGR211	2011	R5	0,207	0,413	0,840	-	0,400	1,000	1,000	0,000
72	VGR312	2012	R5	0,309	0,380	0,900	-	0,240	1,000	1,000	0,237
73	VGR412	2012	R5	0,281	0,300	0,400	-	0,500	1,000	1,000	0,261
74	VGVB13	2013	R5	0,236	0,471	0,613	-	0,800	1,000	1,000	0,000
75	VGW107	2007	M3	0,330	0,470	0,600	0,340	-	-	-	0,190
76	VGW209	2009	M3	0,232	0,245	0,450	0,040	-	-	-	0,219
77	VGW307	2007	M3	0,246	0,420	0,300	0,540	-	-	-	0,073
78	VGW412	2012	M3	0,368	0,310	0,320	0,300	-	-	-	0,426
79	VGW509	2009	M3	0,295	0,280	0,200	0,360	-	-	-	0,310
80	VHEB110	2010	R5	0,527	0,489	0,667	-	0,800	1,000	1,000	0,565
81	VHB213	2013	R5	0,276	0,311	0,613	-	0,320	1,000	1,000	0,241
82	VHEI11	2011	M3	0,270	0,540	1,000	0,080	-	-	-	0,000
83	VHIE10	2010	R5	0,243	0,207	0,400	-	0,220	1,000	1,000	0,280
84	VHOE113	2013	R5	0,450	0,530	0,590	-	1,000	1,000	0,800	0,370
85	VHOE212	2012	R5	0,379	0,497	0,590	-	0,900	1,000	0,900	0,261
86	VKBB13	2013	R5	0,321	0,400	0,300	-	0,800	0,500	1,000	0,243
87	VLL12	2012	M3	0,379	0,467	0,200	0,733	-	-	-	0,291
88	VLUN13	2013	R5	0,369	0,387	0,550	-	0,600	0,400	0,600	0,351
89	VMID12	2012	M3	0,340	0,470	0,500	0,440	-	-	-	0,209
90	VMOD113	2013	R5	0,178	0,356	0,667	-	0,400	1,000	0,600	0,000
91	VMOD213	2013	R5	0,189	0,378	0,390	-	1,000	0,120	0,600	0,000
92	VMOD313	2013	R5	0,254	0,411	0,733	-	0,500	1,000	0,900	0,096
93	VMOO13	2013	R5	0,473	0,563	0,900	-	0,800	0,600	0,550	0,384
94	VNW109	2009	M3	0,155	0,310	0,400	0,220	-	-	-	0,000
95	VNW209	2009	M3	0,138	0,275	0,250	0,300	-	-	-	0,000
96	VNIJB09	2009	M3	0,090	0,180	0,200	0,160	-	-	-	0,000
97	VNM11	2011	M3	0,300	0,080	0,040	0,120	-	-	-	0,521
98	VPU111	2011	R5	0,432	0,418	0,853	-	0,400	1,000	1,000	0,447
99	VPU211	2011	R5	0,294	0,277	0,430	-	0,400	1,000	0,743	0,312
100	VRAS112	2012	M3	0,532	0,477	0,733	0,220	-	-	-	0,586





Nr.	Monster	Jaar	Type	EKR	Abundantie	Submers	Drijvend	Emers	Flab	Kroos	Soorten
101	VRAS212	2012	M3	0,349	0,567	0,400	0,733	-	-	-	0,131
102	VRHB13	2013	R5	0,371	0,533	0,933	-	0,900	0,300	1,000	0,210
103	VSMA13	2013	R5	0,610	0,317	0,450	-	0,500	1,000	1,000	0,904
104	VELB110	2010	M3	0,379	0,413	0,200	0,627	-	-	-	0,345
105	VELB210	2010	M3	0,497	0,400	0,400	0,400	-	-	-	0,595
106	VTW109	2009	M3	0,367	0,400	0,600	0,200	-	-	-	0,333
107	VTW209	2009	M3	0,205	0,310	0,400	0,220	-	-	-	0,100
108	VTOE12	2012	M3	0,387	0,240	0,320	0,160	-	-	-	0,533
109	VVAL111	2011	R5	0,460	0,450	0,450	-	0,900	0,900	0,900	0,469
110	VVAL211	2011	R5	0,269	0,538	0,653	-	0,960	1,000	1,000	0,000
111	VVAL311	2011	R5	0,293	0,587	0,860	-	0,900	1,000	1,000	0,000
112	VVKA07	2007	M3	0,306	0,480	0,040	0,920	-	-	-	0,133
113	VVOB12	2012	R5	0,355	0,578	0,860	-	0,900	0,550	0,800	0,133
114	VWIE12	2012	M3	0,308	0,270	0,200	0,340	-	-	-	0,346
115	VZIJ113	2013	M3	0,092	0,185	0,250	0,120	-	-	-	0,000
116	VZIJ213	2013	M3	0,292	0,583	0,867	0,300	-	-	-	0,000
117	VZIJ313	2013	M3	0,440	0,567	0,733	0,400	-	-	-	0,314



## Bijlage 5 Resultaten meervoudige regressieanalyse met EKR-waarden

### A1) R5 type: jaargemiddelden

```
REGRESSION
  /SELECT=Type EQ 'R5'
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT LogitEKRTotaal
  /METHOD=STEPWISE LgNH4 LgNO3 pH LnSO4 Str Afvoer Bodemvj Breedte LgCa LgK LgMg LgPo4.
```

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Afvoer	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

- Dependent Variable: LogitEKRTot
- Models are based only on cases for which Type = R5

#### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = R5 (Selected)			
1	,293 <sup>a</sup>	,086	,068	,57137

- Predictors: (Constant), Afvoer

#### ANOVA<sup>a,b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1,558	1	1,558	4,773	,034 <sup>c</sup>
	Residual	16,649	51	,326		
	Total	18,208	52			

- Dependent Variable: LogitEKRTot
- Selecting only cases for which Type = R5
- Predictors: (Constant), Afvoer

#### Coefficients<sup>a,b</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,340	,212		-1,606	,114
	Afvoer	-,285	,130	-,293	-2,185	,034

- Dependent Variable: LogitEKRTot



```

REGRESSION
/SELECT=Type EQ 'R5'
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT LogitEKRR5M3abundantie
/METHOD=STEPWISE LgNH4 LgNO3 pH LnSO4 Str Afvoer Bodemvj Breedte LgCa LgK LgMg LgPo4.

```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Breedte		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

- a. Dependent Variable: LogitEKRR5M3abu  
b. Models are based only on cases for which Type = R5

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = R5 (Selected)			
1	,283 <sup>a</sup>	,080	,062	,12240

- a. Predictors: (Constant), Breedte

**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,371	,024		15,488	,000
	Breedte	,007	,003	,283	2,105	,040

```

REGRESSION
/SELECT=Type EQ 'R5'
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT LogitEKRRsubmers
/METHOD=STEPWISE LgNH4 LgNO3 pH LnSO4 Str Afvoer Bodemvj Breedte LgCa LgK LgMg LgPo4.

```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LnSO4		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

- a. Dependent Variable: LogitEKRRsub  
b. Models are based only on cases for which Type = R5



**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = R5 (Selected)			
1	,297 <sup>a</sup>	,088	,070	1,11507

a. Predictors: (Constant), LnSO4

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6,131	1	6,131	4,931	,031 <sup>c</sup>
	Residual	63,413	51	1,243		
	Total	69,544	52			

a. Dependent Variable: LogitEKSub

b. Selecting only cases for which Type = R5

c. Predictors: (Constant), LnSO4

**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3,063	1,251		2,448	,018
	LnSO4	-1,689	,761	-,297	-2,221	,031

```
REGRESSION
/SELECT=Type EQ 'R5'
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT LogitEKsoorten
/METHOD=STEPWISE LgNH4 LgNO3 pH LnSO4 Str Afvoer Bodemvj Breedte LgCa LgK LgMg LgPo4.
```

**Warnings**

No variables were entered into the equation.

```
REGRESSION
/SELECT=Type EQ 'R5'
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT LogitEKRemers
/METHOD=STEPWISE LgNH4 LgNO3 pH LnSO4 Str Afvoer Bodemvj Breedte LgCa LgK LgMg LgPo4.
```

**Warnings**

No variables were entered into the equation.



```

REGRESSION
/SELECT=Type EQ 'R5'
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT LogitEKRflab
/METHOD=STEPWISE LgNH4 LgNO3 pH LnSO4 Str Afvoer Bodemvj Breedte LgK LgPo4.

```

Model	Variables Entered	Variables Removed
1	Afvoer	.
2	LnSO4	.
3	LgNO3	.

#### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = R5 (Selected)			
1	,347 <sup>a</sup>	,120	,103	5,16823
2	,451 <sup>b</sup>	,203	,172	4,96657
3	,542 <sup>c</sup>	,294	,251	4,72250

#### ANOVA<sup>a,b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	186,114	1	186,114	6,968	,011 <sup>c</sup>
	Residual	1362,241	51	26,711		
	Total	1548,355	52			
2	Regression	315,016	2	157,508	6,385	,003 <sup>d</sup>
	Residual	1233,339	50	24,667		
	Total	1548,355	52			
3	Regression	455,555	3	151,852	6,809	,001 <sup>e</sup>
	Residual	1092,800	49	22,302		
	Total	1548,355	52			

- a. Dependent Variable: LogitEKRfl
- b. Selecting only cases for which Type = R5
- c. Predictors: (Constant), Afvoer
- d. Predictors: (Constant), Afvoer, LnSO4
- e. Predictors: (Constant), Afvoer, LnSO4, LgNO3



**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	12,358	1,915		6,454	,000
	Afvoer	-3,110	1,178	-,347	-2,640	,011
2	(Constant)	25,026	5,839		4,286	,000
	Afvoer	-3,124	1,132	-,348	-2,760	,008
	LnSO4	-7,745	3,388	-,289	-2,286	,027
3	(Constant)	27,237	5,622		4,845	,000
	Afvoer	-2,141	1,146	-,239	-1,869	,068
	LnSO4	-12,412	3,720	-,462	-3,337	,002
	LgNO3	8,104	3,228	,365	2,510	,015

a. Dependent Variable: LogitEKRfl

b. Selecting only cases for which Type = R5

**REGRESSION**

```

/SELECT=Type EQ 'R5'
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT LogitEKRkroos
/METHOD=STEPWISE LgNH4 LgNO3 pH LnSO4 Str Afvoer Bodemvj Breedte LgK LgPo4.

```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LgPo4		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
2	Str		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

a. Dependent Variable: LogitEKRkr

b. Models are based only on cases for which Type = R5

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = R5 (Selected)			
1	,324 <sup>a</sup>	,105	,087	4,89679
2	,423 <sup>b</sup>	,179	,146	4,73671

a. Predictors: (Constant), LgPo4

b. Predictors: (Constant), LgPo4, Str



**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	9,965	1,026		9,713	,000
	LgPo4	-88,389	36,192	-,324	-2,442	,018
2	(Constant)	7,771	1,433		5,423	,000
	LgPo4	-92,254	35,056	-,338	-2,632	,011
	Str	14,722	6,936	,272	2,123	,039

a. Dependent Variable: LogitEKRkr

b. Selecting only cases for which Type = R5

```
REGRESSION
/SELECT=Type EQ 'R5'
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT Flabbedekking
/METHOD=STEPWISE LgNH4 LgNO3 pH LnSO4 Str Afvoer Bodemvj Breedte Diepte LgPo4.
```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Afvoer	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
2	LnSO4	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
3	LgNO3	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
4	LgNH4	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

a. Dependent Variable: Draadwier

b. Models are based only on cases for which Type = R5

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = R5 (Selected)			
1	,304 <sup>a</sup>	,093	,079	2,694
2	,382 <sup>b</sup>	,146	,121	2,633
3	,465 <sup>c</sup>	,217	,181	2,541





4	,531 <sup>d</sup>	,282	,238	2,451
---	-------------------	------	------	-------

- a. Predictors: (Constant), Afvoer
- b. Predictors: (Constant), Afvoer, LnSO4
- c. Predictors: (Constant), Afvoer, LnSO4, LgNO3
- d. Predictors: (Constant), Afvoer, LnSO4, LgNO3, LgNH4

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	50,325	1	50,325	6,934	,010 <sup>c</sup>
	Residual	493,518	68	7,258		
	Total	543,843	69			
2	Regression	79,414	2	39,707	5,728	,005 <sup>d</sup>
	Residual	464,429	67	6,932		
	Total	543,843	69			
3	Regression	117,777	3	39,259	6,081	,001 <sup>e</sup>
	Residual	426,066	66	6,456		
	Total	543,843	69			
4	Regression	153,215	4	38,304	6,374	,000 <sup>f</sup>
	Residual	390,627	65	6,010		
	Total	543,843	69			

- a. Dependent Variable: Draadwier
- b. Selecting only cases for which Type = R5

**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,037	,857		,043	,966
	Afvoer	1,356	,515	,304	2,633	,010
2	(Constant)	-5,528	2,843		-1,945	,056
	Afvoer	1,410	,504	,316	2,798	,007
	LnSO4	3,338	1,629	,232	2,049	,044
3	(Constant)	-6,090	2,753		-2,212	,030
	Afvoer	1,018	,512	,228	1,987	,051
	LnSO4	5,092	1,729	,353	2,945	,004
	LgNO3	-3,666	1,504	-,307	-2,438	,017
4	(Constant)	-8,741	2,872		-3,044	,003
	Afvoer	,665	,515	,149	1,292	,201
	LnSO4	6,159	1,725	,427	3,570	,001



LgNO3	-3,829	1,453	-,321	-2,636	,010
LgNH4	14,985	6,171	,276	2,428	,018

- a. Dependent Variable: Draadwier  
 b. Selecting only cases for which Type = R5

```
REGRESSION
/SELECT=Type EQ 'R5'
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT Lemna minor
/METHOD=STEPWISE LgNH4 LgNO3 pH LnSO4 Str Afvoer Bodemvj Breedte Diepte LgPo4.
```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LgPo4	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

- a. Dependent Variable: Lemmin  
 b. Models are based only on cases for which Type = R5

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = R5 (Selected)			
1	,405 <sup>a</sup>	,164	,152	1,776

- a. Predictors: (Constant), LgPo4

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	41,499	1	41,499	13,154	,001 <sup>c</sup>
	Residual	211,371	67	3,155		
	Total	252,870	68			

- a. Dependent Variable: Lemmin  
 b. Selecting only cases for which Type = R5  
 c. Predictors: (Constant), LgPo4

**Coefficients<sup>a,b</sup>**



Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	2,045	,330	6,198	,000	
	LgPo4	39,814	10,977	,405	3,627	,001

a. Dependent Variable: Lemmin

b. Selecting only cases for which Type = R5



## A2) R5 type: zomergemiddelden

```

REGRESSION
  /SELECT=Type EQ 'R5'
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT LogitEKrtotaal
  /METHOD=STEPWISE O2 pH T Diepte Breedte Bdemv LgNH4 LgNO3 LgK LgPO4 LgSO4 LgStrsn
Afvoer.
  
```

No variables were entered into the equation.

```

REGRESSION
  /SELECT=Type EQ 'R5'
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT LogitEKrtotaal
  /METHOD=STEPWISE O2 pH T Diepte Breedte Bdemv LgNH4 LgNO3 LgK LgPO4 LgSO4 LgStrsn
Afvoer.
  
```

Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Afvoer	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
2	LgSO4	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
3	LgNO3	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

a. Dependent Variable: LogitEKrtotaal

b. Models are based only on cases for which Type = R5

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = R5 (Selected)			
1	,569 <sup>a</sup>	,324	,302	4,53022
2	,661 <sup>b</sup>	,437	,398	4,20592
3	,721 <sup>c</sup>	,519	,468	3,95470

a. Predictors: (Constant), Afvoer

b. Predictors: (Constant), Afvoer, LgSO4

c. Predictors: (Constant), Afvoer, LgSO4, LgNO3



**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	16,174	2,314		6,990	,000
	Afvoer	-5,067	1,336	-,569	-3,793	,001
2	(Constant)	27,583	5,200		5,305	,000
	Afvoer	-4,921	1,242	-,553	-3,963	,000
	LgSO4	-7,473	3,102	-,336	-2,409	,023
3	(Constant)	31,373	5,186		6,049	,000
	Afvoer	-3,785	1,277	-,425	-2,963	,006
	LgSO4	-13,427	3,986	-,604	-3,368	,002
	LgNO3	10,802	4,930	,409	2,191	,037

a. Dependent Variable: LogitEKRfl

b. Selecting only cases for which Type = R5

```

REGRESSION
  /SELECT=Type EQ 'R5'
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT LogitEKRkroos
  / METHOD=STEPWISE O2 pH T Diepte Breedte Bdemv LgNH4 LgNO3 LgK LgPO4 LgSO4 LgStrsn
  Afvoer.
  
```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LgPO4		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = R5 (Selected)			
1	,423 <sup>a</sup>	,179	,166	4,69179

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	301,581	1	301,581	13,700	,000 <sup>c</sup>
	Residual	1386,811	63	22,013		



Total	1688,392	64		
-------	----------	----	--	--

**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	10,087	,826		12,209	,000
	LgPO4	-87,781	23,716	-,423	-3,701	,000

```

REGRESSION
  /SELECT=Type EQ 'R5'
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT Bedekking draadwier
  /METHOD=STEPWISE Afvoer pH T diepte breedte Bdemv LgNH4 LgNO3 LgPO4 LgSO4 LgStrsn
  LgFe.
  
```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Afvoer		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
2	LgSO4		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
3	LgNO3		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
4	LgNH4		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

a. Dependent Variable: Draadwier

b. Models are based only on cases for which Type = R5

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = R5 (Selected)			
1	,379 <sup>a</sup>	,143	,130	2,611
2	,473 <sup>b</sup>	,224	,199	2,506
3	,535 <sup>c</sup>	,287	,251	2,422
4	,599 <sup>d</sup>	,358	,316	2,316



- a. Predictors: (Constant), Afvoer
- b. Predictors: (Constant), Afvoer, LgSO4
- c. Predictors: (Constant), Afvoer, LgSO4, LgNO3
- d. Predictors: (Constant), Afvoer, LgSO4, LgNO3, LgNH4

**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-1,017	1,011		-1,006	,318
	Afvoer	2,105	,648	,379	3,247	,002
2	(Constant)	-7,077	2,581		-2,742	,008
	Afvoer	2,283	,626	,411	3,646	,001
	LgSO4	3,588	1,416	,285	2,533	,014
3	(Constant)	-6,828	2,497		-2,734	,008
	Afvoer	1,769	,645	,318	2,744	,008
	LgSO4	4,653	1,444	,370	3,222	,002
	LgNO3	-3,286	1,417	-,283	-2,318	,024
4	(Constant)	-9,719	2,635		-3,688	,000
	Afvoer	1,259	,647	,226	1,946	,056
	LgSO4	6,254	1,512	,497	4,135	,000
	LgNO3	-4,037	1,386	-,348	-2,913	,005
	LgNH4	19,476	7,511	,306	2,593	,012

- a. Dependent Variable: Draadwier
- b. Selecting only cases for which Type = R5

```

REGRESSION
  /SELECT=Type EQ 'R5'
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT Bedekking Lemna minor
  /METHOD=STEPWISE Afvoer pH T diepte breedte Bdemv LgNH4 LgNO3 LgPO4 LgSO4 LgStrsn
  LgFe.

```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**





Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LgPO4		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
2	Afvoer		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

a. Dependent Variable: Lemmin

b. Models are based only on cases for which Type = R5

#### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = R5 (Selected)			
1	,374 <sup>a</sup>	,140	,127	1,771
2	,444 <sup>b</sup>	,197	,173	1,724

a. Predictors: (Constant), LgPO4

b. Predictors: (Constant), LgPO4, Afvoer

#### ANOVA<sup>a,b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	34,245	1	34,245	10,923	,002 <sup>c</sup>
	Residual	210,045	67	3,135		
	Total	244,290	68			
2	Regression	48,121	2	24,060	8,095	,001 <sup>d</sup>
	Residual	196,169	66	2,972		
	Total	244,290	68			

a. Dependent Variable: Lemmin

b. Selecting only cases for which Type = R5

c. Predictors: (Constant), LgPO4

d. Predictors: (Constant), LgPO4, Afvoer

#### Coefficients<sup>a,b</sup>

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		



1	(Constant)	2,169	,307		7,070	,000
	LgPO4	29,315	8,870	,374	3,305	,002
	(Constant)	,902	,658		1,371	,175
2	LgPO4	26,106	8,763	,333	2,979	,004
	Afvoer	,911	,422	,242	2,161	,034

a. Dependent Variable: Lemmin

b. Selecting only cases for which Type = R5



## B1) M3-type: jaargemiddelden

```

REGRESSION
  /SELECT=Type EQ 'M3'
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT LogitEKRtotaal
  /METHOD=STEPWISE LgNH4 LgNO3 O2 pH LnSO4 Afvoer Bodemvj Breedte Diepte LgCa LgK LgMg
  LgFe LgPo4 LgNkj Logstr.
  
```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Afvoer		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

a. Dependent Variable: LogitEKRtot

b. Models are based only on cases for which Type = M3

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = M3 (Selected)			
1	,457 <sup>a</sup>	,209	,184	,56154

a. Predictors: (Constant), Afvoer

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2,664	1	2,664	8,448	,007 <sup>c</sup>
	Residual	10,091	32	,315		
	Total	12,754	33			

a. Dependent Variable: LogitEKRtot

b. Selecting only cases for which Type = M3

c. Predictors: (Constant), Afvoer

**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,421	,400		1,052	,301
	Afvoer	-,619	,213	-,457	-2,907	,007

a. Dependent Variable: LogitEKRtot



```

REGRESSION
/SELECT=Type EQ 'M3'
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT LogitEKRabundantie
/METHOD=STEPWISE LgNH4 LgNO3 O2 pH LnSO4 Afvoer Bodemvj Breedte Diepte LgCa LgK LgMg
LgFe LgPo4 LgNkj Logstr.

```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Breedte		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
2	LgNO3		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = M3 (Selected)			
1	,425 <sup>a</sup>	,181	,154	,71908
2	,535 <sup>b</sup>	,286	,239	,68228

a. Predictors: (Constant), Breedte

b. Predictors: (Constant), Breedte, LgNO3

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3,536	1	3,536	6,838	,014 <sup>c</sup>
	Residual	16,030	31	,517		
	Total	19,565	32			
2	Regression	5,600	2	2,800	6,015	,006 <sup>d</sup>
	Residual	13,965	30	,466		
	Total	19,565	32			

**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,150	,244		,613	,544
	Breedte	-,069	,027	-,425	-2,615	,014
2	(Constant)	-,308	,318		-,970	,340
	Breedte	-,062	,025	-,377	-2,421	,022
	LgNO3	1,356	,644	,328	2,106	,044



```

REGRESSION
/SELECT=Type EQ 'M3'
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT LogitEKSubmers
/METHOD=STEPWISE LgNH4 LgNO3 O2 pH LnSO4 Afvoer Bodemvj Breedte Diepte LgCa LgK LgMg
LgFe LgPo4 LgNkj Logstr
  
```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Breedte	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

- a. Dependent Variable: LogitEKSub  
 b. Models are based only on cases for which Type = M3

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = M3 (Selected)			
1	,360 <sup>a</sup>	,129	,101	1,92269

- a. Predictors: (Constant), Breedte

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	17,042	1	17,042	4,610	,040 <sup>c</sup>
	Residual	114,599	31	3,697		
	Total	131,642	32			

- a. Dependent Variable: LogitEKSub  
 b. Selecting only cases for which Type = M3  
 c. Predictors: (Constant), Breedte

**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,979	,654		1,498	,144
	Breedte	-,152	,071	-,360	-2,147	,040

- a. Dependent Variable: LogitEKSub  
 b. Selecting only cases for which Type = M3



```

REGRESSION
/SELECT=Type EQ 'M3'
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT LogitEKSpecies
//METHOD=STEPWISE LgNH4 LgNO3 O2 pH LnSO4 Afvoer Bodemvj Breedte Diepte LgCa LgK LgMg
LgFe LgPo4 LgNkj Logstr

```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Afvoer	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
2	Bodemvj	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

- a. Dependent Variable: LogitEKSpecies  
b. Models are based only on cases for which Type = M3

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = M3 (Selected)			
1	,403 <sup>a</sup>	,163	,129	4,48043
2	,547 <sup>b</sup>	,299	,241	4,18297

- a. Predictors: (Constant), Afvoer  
b. Predictors: (Constant), Afvoer, Bodemvj

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	97,474	1	97,474	4,856	,037 <sup>c</sup>
	Residual	501,856	25	20,074		
	Total	599,330	26			
2	Regression	179,397	2	89,698	5,126	,014 <sup>d</sup>
	Residual	419,933	24	17,497		
	Total	599,330	26			

- a. Dependent Variable: LogitEKSpecies

**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	t	Sig.
-------	-----------------------------	---------------------------	---	------



		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4,197	3,203		1,310	,202
	Afvoer	-3,824	1,735	-,403	-2,204	,037
2	(Constant)	7,977	3,463		2,303	,030
	Afvoer	-4,178	1,628	-,441	-2,566	,017
	Bodemvj	-4,477	2,069	-,372	-2,164	,041

a. Dependent Variable: LogitEKRspecies

b. Selecting only cases for which Type = M3

```

REGRESSION
/SELECT=Type EQ 'M3'
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT Lemmin
/METHOD=STEPWISE LgNH4 LgNO3 pH LnSO4 Afvoer Bodemvj Breedte Diepte LgPo4 Str.

```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LgPo4	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

a. Dependent Variable: Lemmin

b. Models are based only on cases for which Type = M3

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = M3 (Selected)			
1	,445 <sup>a</sup>	,198	,177	1,257

a. Predictors: (Constant), LgPo4

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	14,778	1	14,778	9,360	,004 <sup>c</sup>
	Residual	59,997	38	1,579		
	Total	74,775	39			





- a. Dependent Variable: Lemmin
- b. Selecting only cases for which Type = M3
- c. Predictors: (Constant), LgPo4

**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,475	,247		10,014	,000
	LgPo4	17,848	5,834	,445	3,059	,004

- a. Dependent Variable: Lemmin
- b. Selecting only cases for which Type = M3

```

REGRESSION
  /SELECT=Type EQ 'M3'
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT Draadwier
  /METHOD=STEPWISE LgNH4 LgNO3 pH LnSO4 Afvoer Bodemvj Breedte Diepte LgPo4 Str.
  
```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LgNO3		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

- a. Dependent Variable: Draadwier
- b. Models are based only on cases for which Type = M3

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = M3 (Selected)			
1	,518 <sup>a</sup>	,268	,249	2,201

- a. Predictors: (Constant), LgNO3

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	67,466	1	67,466	13,923	,001 <sup>c</sup>



Residual	184,134	38	4,846	
Total	251,600	39		

- a. Dependent Variable: Draadwier
- b. Selecting only cases for which Type = M3
- c. Predictors: (Constant), LgNO3

**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	,168	,624		,269	,789
	LgNO3	6,828	1,830	,518	3,731	,001

- a. Dependent Variable: Draadwier
- b. Selecting only cases for which Type = M3

## B) M3-type: zomergemiddelden

```

REGRESSION
  /SELECT=Type EQ 'M3'
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT LogitEKREtot
  /METHOD=STEPWISE Afvoer pH T Diepte Bdemv Breedte LgNH4 LgNO3 LgPO4 LgSO4 O2 pH
  LgStrsn.

```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LgNH4		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).



2	Afvoer	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
---	--------	---

- a. Dependent Variable: LogitEKRot  
 b. Models are based only on cases for which Type = M3

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = M3 (Selected)			
1	,473 <sup>a</sup>	,223	,196	,49919
2	,631 <sup>b</sup>	,399	,354	,44732

- a. Predictors: (Constant), LgNH4  
 b. Predictors: (Constant), LgNH4, Afvoer

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2,007	1	2,007	8,053	,008 <sup>c</sup>
	Residual	6,977	28	,249		
	Total	8,984	29			
2	Regression	3,582	2	1,791	8,950	,001 <sup>d</sup>
	Residual	5,403	27	,200		
	Total	8,984	29			

- a. Dependent Variable: LogitEKRot  
 b. Selecting only cases for which Type = M3  
 c. Predictors: (Constant), LgNH4  
 d. Predictors: (Constant), LgNH4, Afvoer

**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,335	,108		-3,107	,004
	LgNH4	-1,574	,555	-,473	-2,838	,008
2	(Constant)	,461	,300		1,537	,136
	LgNH4	-2,134	,536	-,641	-3,984	,000
	Afvoer	-,452	,161	-,451	-2,805	,009

- a. Dependent Variable: LogitEKRot  
 b. Selecting only cases for which Type = M3



```

/SELECT=Type EQ 'M3'
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT LogitEKRabu
METHOD=STEPWISE Afvoer pH T Diepte Bdemv Breedte LgNH4 LgNO3 LgPO4 LgSO4 O2 LgStrsn.

```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Diepte	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

- a. Dependent Variable: LogitEKRabu
- b. Models are based only on cases for which Type = M3

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = M3 (Selected)			
1	,412 <sup>a</sup>	,170	,141	,69243

- a. Predictors: (Constant), Diepte

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2,846	1	2,846	5,936	,021 <sup>c</sup>
	Residual	13,904	29	,479		
	Total	16,751	30			

- a. Dependent Variable: LogitEKRabu
- b. Selecting only cases for which Type = M3
- c. Predictors: (Constant), Diepte

**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,408	,281		1,451	,157
	Diepte	-,007	,003	-,412	-2,436	,021

- a. Dependent Variable: LogitEKRabu
- b. Selecting only cases for which Type = M3

```

REGRESSION
/SELECT=Type EQ 'M3'
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT LogitEKRsub

```



METHOD=STEPWISE Afvoer pH T Diepte  
O2 pH LgStrsn.

Bdemv Breedte LgNH4 LgNO3 LgPO4 LgSO4

**Warnings**

No variables were entered into the equation.

```
REGRESSION
  /SELECT=Type EQ 'M3'
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT LogitEKRSpecies
METHOD=STEPWISE Afvoer pH T Diepte Bdemv Breedte LgNH4 LgNO3 LgPO4 LgSO4 O2 pH
LgStrsn.
```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LgNH4		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
2	Afvoer		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

- a. Dependent Variable: LogitEKRSpecies
- b. Models are based only on cases for which Type = M3

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = M3 (Selected)			
1	,735 <sup>a</sup>	,540	,523	2,81796
2	,811 <sup>b</sup>	,658	,632	2,47470

- a. Predictors: (Constant), LgNH4
- b. Predictors: (Constant), LgNH4, Afvoer

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	260,893	1	260,893	32,854	,000 <sup>c</sup>



	Residual	222,344	28	7,941		
	Total	483,237	29			
	Regression	317,885	2	158,943	25,953	,000 <sup>d</sup>
2	Residual	165,352	27	6,124		
	Total	483,237	29			

- a. Dependent Variable: LogitEKRspecies
- b. Selecting only cases for which Type = M3
- c. Predictors: (Constant), LgNH4
- d. Predictors: (Constant), LgNH4, Afvoer

**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,140	,609		-,230	,819
	LgNH4	-17,946	3,131	-,735	-5,732	,000
2	(Constant)	4,647	1,658		2,803	,009
	LgNH4	-21,314	2,963	-,873	-7,194	,000
	Afvoer	-2,717	,891	-,370	-3,051	,005

- a. Dependent Variable: LogitEKRspecies
- b. Selecting only cases for which Type = M3

```

REGRESSION
/SELECT=Type EQ 'M3'
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT Bedekking Lemma minor
/METHOD=STEPWISE Afvoer pH Bdemv LgNH4 LgNO3 LgPO4 LgSO4 O2 LgStrsn diepte Breedte.
  
```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LgPO4		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).

- a. Dependent Variable: Lemmin
- b. Models are based only on cases for which Type = M3



**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = M3 (Selected)			
1	,724 <sup>a</sup>	,524	,484	1,133

a. Predictors: (Constant), LgPO4

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	16,953	1	16,953	13,206	,003 <sup>c</sup>
	Residual	15,404	12	1,284		
	Total	32,357	13			

a. Dependent Variable: Lemmin

b. Selecting only cases for which Type = M3

c. Predictors: (Constant), LgPO4

**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,686	,428		3,937	,002
	LgPO4	56,408	15,522	,724	3,634	,003

a. Dependent Variable: Lemmin

b. Selecting only cases for which Type = M3

```

REGRESSION
/SELECT=Type EQ 'M3'
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT Draadwier
/METHOD=STEPWISE Afvoer pH Bdemv LgNH4 LgNO3 LgPO4 LgSO4 O2 LgStrsn diepte Breedte.
  
```

**Variables Entered/Removed<sup>a,b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method



1	LgNO3		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= ,050, Probability-of-F-to-remove >= ,100).
---	-------	--	---

a. Dependent Variable: Draadwier

b. Models are based only on cases for which Type = M3

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Type = M3 (Selected)			
1	,938 <sup>a</sup>	,881	,871	,477

a. Predictors: (Constant), LgNO3

**ANOVA<sup>a,b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	20,127	1	20,127	88,453	,000 <sup>c</sup>
	Residual	2,730	12	,228		
	Total	22,857	13			

a. Dependent Variable: Draadwier

b. Selecting only cases for which Type = M3

c. Predictors: (Constant), LgNO3

**Coefficients<sup>a,b</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,328	,169		-1,943	,076
	LgNO3	9,028	,960	,938	9,405	,000

a. Dependent Variable: Draadwier

b. Selecting only cases for which Type = M3





## **Bijlage 6 Resultaten meervoudige regressieanalyse met individuele soorten**

Deze tabel is in te tekst opgenomen (= tabel 3.3)



## Bijlage 7 Lijst van soorten gebruikt in de analyses

(zie verder het bijgevoegde Excelbestand).

Afkortingen in de tekst bestaan uit de eerste drie letters van de geslachtsnaam (bijv. Aco.), gevolgd door de eerste drie letters van de soortnaam (bijv. cal.).

Kalmoes wordt dan aangeduid met Aco. cal

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam
<i>Acorus calamus</i>	Kalmoes
<i>Alisma lanceolata</i>	Slanke waterweegbree
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Grote waterweegbree
<i>Alopecurus geniculatus</i>	Geknikte vossenstaart
<i>Azolla caroliniana</i>	Kleine kroosvaren
<i>Berula erecta</i>	Kleine watereppe
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	Heen
<i>Butomus umbellatus</i>	Zwanenbloem
<i>Callitriche brutia</i>	Haaksterrenkroos
<i>Callitriche obtusangula</i>	Stomphoekig sterrenkroos
<i>Callitriche platycarpa</i>	Gewoon sterrenkroos
<i>Caltha palustris</i> subsp. <i>palustris</i>	Gewone dotterbloem
<i>Carex acuta</i>	Scherpe zegge
<i>Carex elata</i>	Elzenzegge
<i>Carex paniculata</i>	Pluimzegge
<i>Carex pseudocyperus</i>	Hoge cyperzegge
<i>Carex remota</i>	Ijle zegge
<i>Carex riparia</i>	Oeverzegge
<i>Carex rostrata</i>	Snavelzegge
<i>Carex vesicaria</i>	Blaaszegge
<i>Catabrosa aquatica</i>	Watergras
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Grof hoornblad
<i>Ceratophyllum submersum</i>	Fijn hoornblad
<i>Chara globularis</i>	Breekbaar kransblad
<i>Chara vulgaris</i>	Gewoon kransblad
<i>Cicuta virosa</i>	Waterscheerling
<i>Eleocharis acicularis</i>	Naaldwaterbies
<i>Eleocharis palustris</i>	Gewone waterbies
<i>Eloдея canadensis</i>	Brede waterpest
<i>Eloдея nuttallii</i>	Smalle waterpest
<i>Equisetum fluviatile</i>	Holpijp
<i>Equisetum palustre</i>	Lidrus
<i>Galium palustre</i>	Moeraswalstro
<i>Galium uliginosum</i>	Ruw walstro
<i>Glyceria fluitans</i>	Mannagras
<i>Glyceria maxima</i>	Liesgras
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	Moerasdroogbloem
<i>Hippuris vulgaris</i>	Lidsteng
<i>Hottonia palustris</i>	Waterviolier
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	Kikkerbeet
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	Waternavel
<i>Impatiens glandulifera</i>	Reuzenbalsemien
<i>Impatiens noli-tangere</i>	Groot springzaad
<i>Impatiens parviflora</i>	Klein springzaad
<i>Iris pseudacorus</i>	Gele lis
<i>Juncus acutiflorus</i>	Veldrus
<i>Juncus articulatus</i>	Zomprus
<i>Juncus bufonius</i>	Greppelrus
<i>Juncus bulbosus</i>	Knolrus



Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam
<i>Juncus compressus</i>	Platte rus
<i>Juncus effusus</i>	Pitrus
<i>Juncus inflexus</i>	Zeegroene rus
<i>Lemna gibba</i>	Bultkroos
<i>Lemna minor</i>	Klein kroos
<i>Lemna minuta</i>	Dwergkroos
<i>Lemna trisulca</i>	Puntkroos
<i>Ludwigia grandiflora</i>	Waterteunisbloem
<i>Luronium natans</i>	Drijvende waterweegbree
<i>Lysimachia nummularia</i>	Penningkruid
<i>Mentha aquatica</i>	Watermunt
<i>Mimulus guttatus</i>	Gele maskerbloem
<i>Myosotis scorpioides</i>	Moerasvergeet-mij-nietje
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	Teer vederkruid
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Aarvederkruid
<i>Nasturtium microphyllum</i>	Slanke waterkers
<i>Nasturtium officinale</i>	Witte waterkers
<i>Nitella flexilis</i>	Buigzaam glanswier
<i>Nitella mucronatus</i>	Puntdragend glanswier
<i>Nuphar lutea</i>	Gele plomp
<i>Nymphaea alba</i>	Witte waterlelie
<i>Nymphoides peltata</i>	Watergentiaan
<i>Oenanthe aquatica</i>	Watertorkruid
<i>Oenanthe fistulosa</i>	Pijptorkruid
<i>Persicaria amphibia</i>	Veenwortel
<i>Persicaria hydropiper</i>	Waterpeper
<i>Persicaria lapathifolia</i>	Beklierde duizendknoop
<i>Persicaria maculosa</i>	Perzikkruid
<i>Persicaria mitis</i>	Zachte duizendknoop
<i>Petasites hybridus</i>	Groot hoefblad
<i>Phalaris arundinacea</i>	Rietgras
<i>Phragmites australis</i>	Riet
<i>Poa palustris</i>	Moerasbeemdgras
<i>Potamogeton alpinus</i>	Rossig fonteinkruid
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	Klein fonteinkruid
<i>Potamogeton compressus</i>	Plat fonteinkruid
<i>Potamogeton crispus</i>	Gekroesd fonteinkruid
<i>Potamogeton lucens</i>	Glanzig fonteinkruid
<i>Potamogeton mucronatus</i>	Puntig fonteinkruid
<i>Potamogeton natans</i>	Drijvend fonteinkruid
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Schedefonteinkruid
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Doorgroeid fonteinkruid
<i>Potamogeton pusillus</i>	Tenger fonteinkruid
<i>Potamogeton trichoides</i>	Haarfonteinkruid
<i>Ranunculus aquatilis</i>	Fijne waterranonkel
<i>Ranunculus circinatus</i>	Stijve waterranonkel
<i>Ranunculus flammula</i>	Egelboterbloem
<i>Ranunculus lingua</i>	Grote boterbloem
<i>Ranunculus peltatus</i>	Grote waterranonkel
<i>Ranunculus sceleratus</i>	Blaartrekkende boterbloem
<i>Riccia fluitans</i>	Watervorkje
<i>Rorippa amphibia</i>	Gele waterkers
<i>Rorippa palustris</i>	Moeraskers
<i>Rorippa sylvestris</i>	Akkerkers
<i>Rumex hydrolapathum</i>	Waterzuring
<i>Rumex palustris</i>	Moeraszuring
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	Pijlkruid
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Mattenbies



Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam
<i>Scirpus sylvaticus</i>	Bosbies
<i>Sium latifolium</i>	Grote watereppe
<i>Sparganium emersum</i>	Kleine egelskop
<i>Sparganium erectum</i>	Grote egelskop
<i>Sphagnum denticulatum</i>	Geoord veenmos
<i>Spirodela polyrhiza</i>	Veelwortelig kroos
<i>Stellaria uliginosa</i>	Moerasmuur
<i>Typha angustifolia</i>	Kleine lisdodde
<i>Typha latifolia</i>	Grote lisdodde
<i>Utricularia vulgaris</i>	Groot blaasjeskruid
<i>Valeriana anagallis-aquatica</i>	Blauwe waterereprijs
<i>Veronica beccabunga</i>	Beekpunge
<i>Veronica catenata</i>	Rode waterereprijs
<i>Zannichellia palustris</i>	Zannichellia



## Bijlage 8 Meetpunten gerangschikt naar fosfaatconcentratie

Het betreft jaargemiddelde concentraties

Meetpunt	PO <sub>4</sub> -concentratie
VZIJ213	0,44
VZIJ113	0,36
VMOO13	0,27
VRAS212	0,26
VAS13	0,2
VRAS112	0,18
KEB01	0,17
VZIJ313	0,17
VGAR12	0,16
BAB01	0,14
VLUN13	0,13
VMID12	0,12
VGVB13	0,11
VHOE113	0,11
VVAL211	0,11
BOS02	0,1
VBB212	0,1
VBB312	0,1
VES112	0,09
VGR312	0,09
VHOE212	0,09
VMOD213	0,09
VVAL111	0,09
BER00	0,08
VKBB13	0,07
VVAL311	0,07
VWIE12	0,07
BUB01	0,06
VAL02	0,06
VGW107	0,06
VGW307	0,06
VHIE10	0,06
VMOD113	0,06
VPU211	0,06



## Bijlage 9 Meetpunten gerangschikt naar nitraatconcentratie

Het betreft jaargemiddelde concentraties

Meetpunt	Nitraatconcentratie
WEB01	9,14
WEB02	9,14
DIL02	7,08
VHB213	6,53
VHEB110	6,06
NIB01	6,05
RMB03	5,95
BOS12	5,87
BER00	5,79
AAS00	5,67
BOS20	5,67
RMB01	5,48
AAS10	5,22
XZB96	5,07
BOS02	4,4
BUB01	4,33
VZIJ213	3,79
BOB01	3,67
DIW02	3,44
LEB01	3,42
WAW01	3,41
VHIE10	3,3
VZIJ313	3,16
SBK90	2,7
ELB01	2,57
VBB113	2,54
KEB00	2,53



## Bijlage 10 Meetpunten gerangschikt naar ammoniumconcentratie

Het betreft jaargemiddelde concentraties

Meetpunt	Ammoniumconcentratie
VZIJ213	3,99
VZIJ113	3,37
VZIJ313	1,22
VMID12	1,09
VGAR12	1,04
VKBB13	0,72
VLUN13	0,66
VAS13	0,56
VES113	0,53
VNIJB09	0,51
VMOO13	0,5
VVAL211	0,49
VMOD313	0,45
VRAS112	0,45
VVAL111	0,44
VMOD213	0,43
VGR312	0,4
VWIE12	0,4
BAB01	0,38
VELB110	0,37
VBB212	0,36
VPU211	0,36
BAB12	0,35
VBB113	0,35
VMOD113	0,35
LEB01	0,34
VES112	0,34
VGW107	0,34
VHEI11	0,34
VHOE113	0,34
VSMA13	0,34
WOS79	0,33
WEB01	0,31
WEB02	0,31
VGG11	0,31
VGVB13	0,31
VNW109	0,31



## Bijlage 11 Meetpunten gerangschikt op sulfaatconcentratie

Het betreft jaargemiddelde concentraties

Meetpunt	Sulfaatconcentratie
WEB01	93
WEB02	93
BAB12	86
BAB01	82
NIB01	79
BOS02	78
DIL02	78
DIW02	77
BSB01	76
GRB22	76
KEB01	75
LEB01	73
VRAS212	70
AAS10	69
VEG02	67
GRB02	65
BOS12	65
DOO01	65
EFB01	64
EFB03	64
DOB00	63
DOB10	63
WOS79	62
VAL02	61
DOB01	61
WAW01	61
GRW01	61
MEB01	61
MEB02	61
DMB01	60
GRK11	60





## Bijlage 12 Relaties tussen de flabbedekking en drie milieufactoren

