

Onderzoeksrapportage

De nulsituatie van biodiversiteit in het werkgebied van Hoogheemraadschap van Rijnland: Inzichten en handelingsperspectief ter verbetering van biodiversiteit op basis van monitoring van bestuivers en vegetatie in AWZI-terreinen en analyse van waterplanten



Naturalis Biodiversity Center

Prof. Dr. Koos Biesmeijer

Merijn Moens

Maarten van 't Zelfde

Dr. Francisca Wit

Onderzoeksrapportage

De nulsituatie van biodiversiteit in het werkgebied van Hoogheemraadschap van Rijnland: Inzichten en handelingsperspectief ter verbetering van biodiversiteit op basis van monitoring van bestuivers en vegetatie in AWZI-terreinen en analyse van waterplanten

Datum: 13 oktober 2020

Tekst: Prof. Dr. Koos Biesmeijer, Ing. Maarten van 't Zelfde, Merijn Moens (MSc), Dr. Francisca Wit

Productie: Pollinator Ecology Group, Naturalis Biodiversity Center, Leiden

Rapportnummer: 2020-021

Cliënt: Hoogheemraadschap van Rijnland

Contactpersoon cliënt: Mijnheer Marinus Bogaard en mijnheer Bart Schaub

Contactpersoon Naturalis: Dr. Francisca Wit

Pictures front page: Dr. Francisca Wit (Naturalis)

Inhoudsopgave

Contents

Samenvatting	5
1. Introductie	7
2. Methoden	9
2.1 Modelling waterplanten	9
2.1.1 Data Hoogheemraadschap van Rijnland	9
2.1.2 Data Nationale Database Flora en Fauna (NDFF)	10
2.1.3 Methode statistische analyses	10
2.2 Monitoring biodiversiteit AWZI-terreinen	12
2.2.1 Kaders	12
2.2.2 Werkwijze monitoring en analyse	12
3. Resultaten en discussie	14
3.1 Modelling waterplanten	14
3.1.1 Plantengemeenschappen	14
3.1.2 Fysische en chemische parameters	20
3.1.3 Relatie fysisch-chemische parameters en vegetatiegroepen	20
3.2 Monitoring AWZI-terreinen	26
3.2.1 Vegetatie	26
3.2.2 Bestuivers	30
3.2.3 Discussie	31
4 Inzichten, handelingsperspectief en aanbevelingen vervolgonderzoek	32
4.1 Inzichten en handelingsperspectief	32
4.2 Aanbevelingen vervolgonderzoek	33
Referentielijst	35
Bijlage 1: Samenvatting presentatie en rapport	36
Bijlage 2: Aangeleverde bestanden Hoogheemraadschap Rijnland	44
Bijlage 3: Overzicht geaggregeerde datasets modellering	48
Bijlage 4: Lijst opgevraagde waterplanten bij NDFF	49
Bijlage 5: Optimale aantal clusters	52
Bijlage 6: Beschrijving vegetatieclusters	53
Bijlage 7: Correlatie fysisch-chemische variabelen	55
Bijlage 8: Verklarende variatie PCA-analyse	56
Bijlage 9: Plot correlatie fysisch-chemische parameters	57
Bijlage 10: Relatie vegetatiegroepen en fysisch-chemische parameters	58

Bijlage 11: Soortenrijkdom oevers	62
Bijlage 12: Plantensoorten AWZI-terreinen Alphen-Noord en Bodegraven	63
Bijlage 13: Bestuivers AWZI-terreinen Alphen-Noord en Bodegraven	68

Samenvatting

Hieronder zijn de conclusies van het onderzoek samengevat. De inzichten en handelingsperspectief zijn beschreven in hoofdstuk 4. In Bijlage 1 is de samenvatting opgenomen die als achtergronddocumentatie heeft gediend bij het bestuurlijk overleg op 9 september.

Aanleiding

Als onderdeel van de invulling van haar coalitieakkoord op het gebied van biodiversiteit heeft Rijnland aan Naturalis de opdracht gegeven om een beeld te vormen van de stand van zaken met betrekking tot de biodiversiteit in Rijnland. Biodiversiteit is een allesomvattend begrip. Daarom is de keuze gemaakt om allereerst te richten op waterplanten als maatstaf voor biodiversiteit, omdat de waterplantensoorten en samenstelling de kwaliteit en diversiteit van de watergangen weerspiegelen. Het biodiversiteitsonderzoek bestaat uit twee onderdelen, namelijk 1) modellering van de waterplanten in het Rijnlandse werkgebied met analyse van de kansen en knelpunten en 2) monitoring van de AWZI-terreinen.

Methode modellering en monitoring

Voor de modellering is gebruik gemaakt van aangeleverde data van HHR, waaruit de waterplantensoorten en fysisch-chemische parameters zijn geselecteerd. Vervolgens zijn er door middel van analyses plantengemeenschappen of clusters gevormd en gerelateerd aan de fysisch-chemische parameters. De monitoring is uitgevoerd op de AWZI-terreinen van Alphen Noord en Bodegraven, waar een inventarisatie is gedaan van de vegetatie en bestuivers.

Plantengemeenschappen en indicatoren

Er zijn 14 vegetatieclusters met verschillende bedekkingen van plantensoorten en met indicatorsoorten. Deze vegetatieclusters zijn onder te verdelen in 8 typerende vegetatiegroepen uit de literatuur, te weten de scheidfonteinkruidgroep, grote egelskopgroep, kranswiergroep, leliegroep, grof hoornbladgroep, kroosgroep, rietgroep en een groep met een lage bedekkingsgraad (lbg).

Historie

Het overzicht suggereert dat sinds 1950 op veel locaties de watergang met helder water en soortenrijke oever heeft plaatsgemaakt voor een rietkraag gecombineerd met verschillende kroossoorten.

Relatie fysisch-chemisch parameters, vegetatiegroepen en oevertype

De plantengroepen verschilden niet significant in het doorzicht van het water. Het zuurstofgehalte in de kroos groep had één van de laagste waarden. De lelie, kranswier en grote egelskop groepen hadden geen extreme chloor, fosfaat of nitraat waarden, wat suggereert dat deze groepen gevoelig zijn voor deze drie stoffen. De kroos groep had de hoogste nitraat waarden en was significant hoger dan de riet groep. De lelie groep kwam voor in brede en diepe wateren, terwijl de kroos, kranswier, grote egelskop en scheidfonteinkruid groep vooral in smallere en ondiepere wateren voorkwamen. De rijkste vegetatie is te vinden bij de vooroevers en de minste soorten bij de verdedigde oever.

Biodiversiteit AWZI-terreinen

De habitattypes bloemrijk grasland, bosrand, gemaaid gras en verwilderde berm zijn onderscheiden op de AWZI-terreinen. Op beide terreinen zijn de meeste bestuivers gevonden op het bloemrijke grasland, Bodegraven met stip bovenaan. Met name het bloemrijk grasland in Bodegraven heeft relatief veel kruidachtige, bloeiende plantensoorten. Op hun beurt trekken deze planten veel bestuivers en andere insecten aan, die de biodiversiteit ten goede komt als onderdeel van de voedselketen. Hoewel de bosrand en verwilderde berm in Alphen Noord een hoge soortenrijkdom lieten zien in termen van plantensoorten, lag het aantal bestuivers laag.

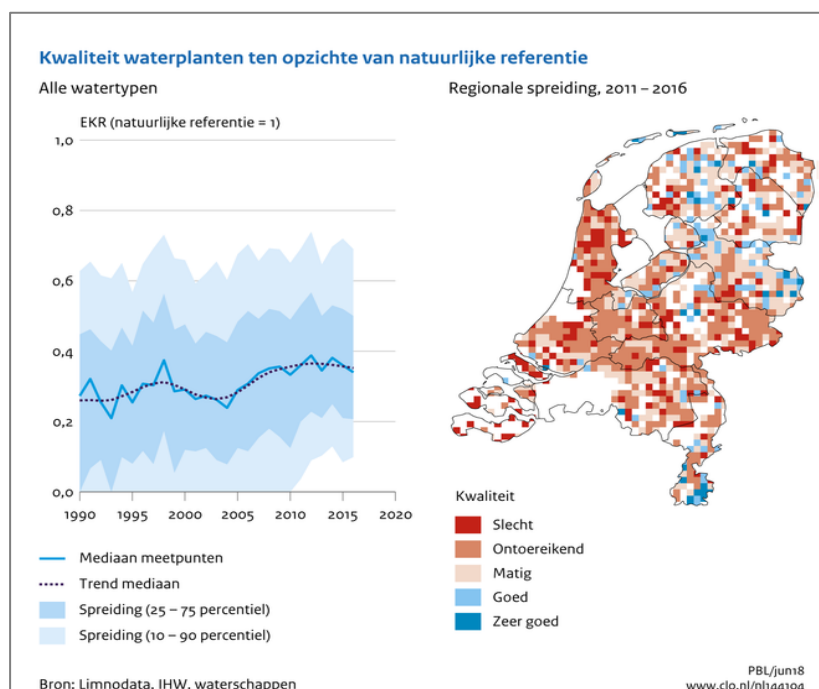
1. Introductie

Achtergrond

Als onderdeel van de invulling van haar coalitieakkoord op het gebied van biodiversiteit heeft Rijnland aan Naturalis de opdracht gegeven om een beeld te vormen van de stand van zaken met betrekking tot de biodiversiteit in Rijnland. Immers het coalitieakkoord (Ref. 1, p.12) stelt: *“Aansluitend aan de visie, het maatregelenpakket en de planning van de KRW brengen we in kaart hoe de biodiversiteit in het gebied van Rijnland ervoor staat en zich verder ontwikkelt als startpunt voor een verder gesprek”*.

De eerste stap hierbij is het bepalen van de relevante soorten en kaders van het onderzoek. Immers biodiversiteit is het totaal aan soorten, hun interacties en de ecosystemen waar ze in voorkomen. In Nederland gaat het dan over ongeveer 45.000 soorten (bacteriën en andere eencelligen niet meegeteld). De focus op waterplanten is logisch, omdat ze de basis vormen van de ecosystemen, de plantengroei een sterke link heeft met de waterkwaliteit, er goede gegevens over waterplanten beschikbaar zijn bij Rijnland en elders, en tenslotte ook omdat er handelingsperspectief is voor beheer en inrichting voor vegetatie.

Het landelijke beeld over de stand van de waterplanten is verre van rooskleurig. Uit figuur 1.1 wordt duidelijk dat de hoge kwaliteit van een natuurlijke situatie (de ‘natuurlijke referentie’ die op 1 gezet wordt), zelden gehaald wordt in Nederland en dat de gemiddelde kwaliteit langzaam gestegen is van ongeveer 0.3 tot bijna 0.4, dus 40% van de natuurlijke kwaliteit. Het kaartje laat zien dat een slechte kwaliteit van de waterplanten in het hele land voorkomt, maar ook dat goede kwaliteit in het westen van het land zelden bereikt wordt. In Rijnland wordt een score van 0.6 als goed bestempeld en in gevallen met technisch aangepaste doelen is 0.5 het hoogst haalbare. Het is niet zo dat een score van 1 overal mogelijk is, het landgebruik (landbouw, infrastructuur, bedrijvigheid, bebouwde omgeving) heeft dermate veel impact op de kwaliteit dat een goede staat moeilijk te bereiken is. Overigens is het geen toeval dat de gemiddelde kwaliteit langzaam hoger wordt. Er is, door de enorme inspanningen op het gebied van zuivering, beheer en inrichting, enorm veel verbeterd en ook het landgebruik is op vele locaties minder milieubelastend geworden. Kortom: als we willen kunnen we de kwaliteit echt verbeteren!



Figuur 1.1: Kwaliteit waterplanten t.o.v. natuurlijke referentie

Naast de stand van de watergangen bieden de terreinen in eigendom van Rijnland, zoals de AWZIs, wellicht ook mogelijkheden voor biodiversiteit en natuurkwaliteit. Om dit te verkennen is Naturalis gevraagd om op twee zeer verschillende AWZIs, te weten Bodegraven en Alphen Noord, te kijken welke biodiversiteit daar voorkomt door middel van monitoring.

Ten slotte zijn de bevindingen van de modellering en monitoring op 9 september 2020 gepresenteerd aan het algemeen bestuur van Hoogheemraadschap van Rijnland, opdat zij de urgentie van de biodiversiteitscrisis inzien en handelingsperspectief krijgen om verbeteringen aan te brengen in het Rijnland werkgebied. In bijlage 1 staat een beknopte samenvatting van deze presentatie met resultaten uit dit biodiversiteitsonderzoek.

Opdracht

Het biodiversiteitsonderzoek bestaat derhalve uit twee onderdelen, namelijk 1) modellering van de waterplanten in het Rijnlandse werkgebied met analyse van de kansen en knelpunten en 2) monitoring van de AWZI-terreinen.

- 1) Modellering: Het doel van de modellering is het kaart brengen van de kansen en knelpunten ten aanzien van de diversiteit van waterplanten in het Rijnlandse werkgebied. Door deze informatie te relateren aan omgevingsfactoren, zoals chemische parameters en inrichting, wordt handelingsperspectief ter verbetering van de biodiversiteit verduidelijkt. De modellering gebruikt informatie van watergangen en hun chemische en fysische meetwaarden (waterkwaliteit en -kwantiteit) en relateert deze aan het voorkomen van waterplanten. De beschikbare data over watercondities en biologische informatie van de meetpunten zijn aangeleverd door HHR. Verder is gebruik gemaakt van de actuele verspreiding van waterplantsoorten in de provincie Zuid-Holland door middel van observaties van het Nederlandse Database Flora en Fauna (NDFF) en andere landgebruik parameters die landelijk of provinciaal beschikbaar zijn.
- 2) Monitoring: De monitoring van AWZI-terreinen heeft de biodiversiteit op het gebied van vegetatie en bestuivers in kaart gebracht. Door twee AWZI-terreinen met verschillend beheer te monitoren, is de mate waarin beplanting en adequaat beheer voor meer biodiversiteit van bestuivers en daarmee overige insecten zou kunnen zorgen inzichtelijk gemaakt. Bij deze monitoring ligt de focus bij de expertise van de Pollinator Ecology Group van Naturalis, namelijk bestuivers en vegetatie.

In de voorliggende rapportage zijn de resultaten van dit onderzoek verwerkt. Hoofdstuk 2 gaat in op de werkwijze en aanpak van deze studie. De resultaten zijn beschreven in het hoofdstuk 3. De rapportage wordt afgesloten met inzichten, handelingsperspectief en aanbevelingen voor vervolgonderzoek in hoofdstuk 4, gevolgd door een referentielijst en bijlagen.

Allereerst zijn deze bestanden bestudeerd en geanalyseerd om te bepalen welke van de bestanden en data voor de modellering van de waterplanten van belang zouden kunnen zijn. In Bijlage 2 is de overzichtstabel S1 te vinden met aangeleverde bestanden inclusief de wijze waarop deze is gebruikt. De voor de modellering gebruikte datasets zijn vaak omgezet naar geaggregeerde bestanden (aantal jaren, aantal compartimenten). In Bijlage 3 is tabel S2 opgenomen waarin deze geaggregeerde datasets worden beschreven en waarin is aangegeven voor welke doeleinden deze datasets zijn gemaakt. De monitoringslocaties in de KRW-lichamen en overige wateren zijn zichtbaar in figuur 2.1.

2.1.2 Data Nationale Database Flora en Fauna (NDFF)

Om het verloop van de verspreiding en voorkomen van de waterplantensoorten in het Rijnland werkgebied in zowel het verleden als heden inzichtelijk te maken, is gebruik gemaakt van waarnemingen uit de Nationale Database Flora en Fauna (NDFF). De NDFF-data is alleen gebruikt voor dit tijdsverloop en niet gebruikt voor de modellering.

Op basis van de door HHR aangeleverde gegevens van waterplanten in de KRW-waterlichamen en overige wateren zijn allereerst alle voorkomende plantensoorten geselecteerd. Deze lijst is vervolgens gefilterd door alleen de echte waterplanten en oeverplanten te selecteren, die zich daadwerkelijk met hun wortels in het water bevestigen (helofyten). De overige planten, die wel gevonden zijn langs de oever maar in de praktijk terrestrisch zijn en dus niet verbonden zijn aan water, zijn weggelaten. Deze selectie resulteerde in een lijst van 186 soorten waterplanten, waarvan de waarnemingen zijn opgevraagd bij NDFF. Deze lijst is in tabel S3 in Bijlage 4 opgenomen.

De waarnemingen zijn bij de NDFF opgevraagd voor de periode vanaf 1950 tot 2009 op een schaalniveau van maximaal 1 km² voor heel Nederland. Door middel van een overlay zijn de waarnemingen binnen het Rijngebied geselecteerd uit de aangeleverde NDFF-database. Deze data is vervolgens opgedeeld in drie periodes: 1950-1969, 1970-1989 en 1990-2009.

Omdat er vóór 1970 nauwelijks is gemonitord op een schaalniveau fijner dan 5x5 km (25 km²), lijkt het alsof de soorten sinds de jaren 70 zijn toegenomen. De drie periodes zijn daarom in absolute waarnemingsaantallen moeilijk vergelijkbaar. Om deze reden zijn de waarnemingen per periode gesorteerd op basis van ranking op het aantal kilometerhokken met waarnemingen per soort, zodat de trend tussen de periodes zichtbaar is.

2.1.3 Methode statistische analyses

Alleen de planten die zowel zijn geobserveerd in de KRW-waterlichamen als de OW zijn gebruikt. Eén reden hiervoor is dat een eventueel verschil in plantenkennis bij waarnemers wordt geminimaliseerd. Planten die alleen in de KRW óf OW voorkomen, zijn minder wijdverspreid. Deze planten zijn waarschijnlijk minder belangrijk voor het karakteriseren van de vegetatie clusters.

Voor de KRW-waterlichamen en de OW-monitoringslocaties zijn de meest recente vegetatieopnamen gebruikt om de huidige vegetatie samenstelling te bestuderen. Voor de KRW-data zijn dit metingen van 2016 tot en met 2019 en in de OW vanaf 2015 tot 2019.

Om patronen in de waterplantgemeenschappen te vinden zijn van de vegetatieopnamen in de OW en KRW-waterlichamen de onderlinge euclidische afstanden berekend. Dit kan gebruikt worden om de gelijkenis tussen verschillende plekken te bepalen en clusters te vormen. In deze analyse vormen te aantal geobserveerde plantensoorten en hun bedekkingspercentage de dimensies in de analyse. De euclidische afstand is geanalyseerd met twee algoritmen: *k*-means en hiërarchische complete linkage clustering. Beide algoritmes zijn beschikbaar in R (R Core Team 2019). Om het optimale aantal clusters te berekenen is het gemiddelde van de volgende indices gebruikt: de Calinsky and Harabasz (CH index), Krzanowski and Lai (KL index), Hartigan index, Silhouette index, estimated gap statistic en

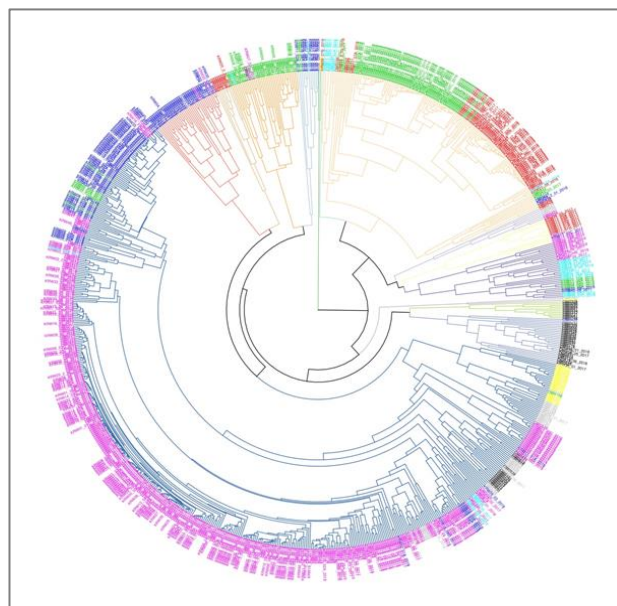
Ratkowsky index (Charrad et al. 2012). Het optimale aantal gemiddelde clusters stabiliseerde bij 13.5 (Figuur S1 in Bijlage 5). Het uiteindelijke aantal gekozen clusters is 14.

De twee gebruikte clustering technieken, berekend door het *k*-means algoritme en de complete-linkage methode, resulteren in clusters die meer of minder overeenkomen (figuur 2.2). Plekken die dichterbij elkaar worden ingedeeld in het dendrogram in de complete-linkage methode zijn vaak in hetzelfde cluster via de *k*-means methode ingedeeld (figuur 2.2). Het overeenkomen van de methoden duidt op een onwillekeurige indeling van de verschillende vegetatieopnames en is een evaluatie van de eenduidigheid van de clustering. De eigenschappen van de verschillende clusters zijn berekend in R en de indicatorsoorten van de verschillende clusters zijn berekend met de “indicspecies” package (De Cáceres & Legendre 2009).

Voor de fysisch-chemische parameters zijn alleen de OW gebruikt, omdat die metingen op dezelfde plek zijn gemeten als de vegetatieopnames. De verschillende variabelen zijn geaggregeerd over de tijd, waarbij gemiddelde waarden, maxima, minima en bereik per jaar zijn berekend. Er is een PCA-analyse uitgevoerd in de FactoMineR package in R (Lê et al. 2008) en de correlaties zijn uitgevoerd in de “corrplot” package (Taiyun & Simko 2017).

De relaties tussen de fysisch-chemische parameters en de vegetatiegroepen zijn berekend door een Kruskal-Wallis test en de significantie tussen de verschillende groepen met een post-hoc Nemenyi test en weergegeven in het hoofdstuk Resultaten. De verschillen zijn afgebeeld in een staafdiagram voor de variabelen waarvan het jaargemiddelde was genomen. Een boxplot is gebruikt voor de jaar extremen om de verdeling van de extremen te visualiseren in de kwartielen. De dieptelegger en breedtelegger zijn geclusterd in klassen via de *k*-means methode.

Om de verschillen of dissimilarity tussen vegetaties over de verschillende variabelen te modelleren is een general dissimilarity model (GDM) opgezet (Matthew et al. 2020). De relaties tussen het toetsoordeel, de soortenrijkdom, de Shannon-index, de emersieve planten, submersieve planten en helofyten is gedaan via een regressieanalyse in R.



Figuur 2.2: Een dendrogram met de clustering aan de hand van de *k*-means clustering methode van de 856 gebruikte locaties van de KRW-waterlichamen en OW. De verschillende kleuren zijn de clusters en elk label aan de buitenrand een locatie, waarbij de onderlinge verbanden zijn aangegeven door de lijnen. Het dendrogram is gemaakt aan de hand van Euclidische afstanden met de bedekking van verschillende plantensoorten. De langere labels zijn de KRW-plekken en de kortere labels de OW.

2.2 Monitoring biodiversiteit AWZI-terreinen

2.2.1 Kaders

De monitoring van AWZI-terreinen heeft de biodiversiteit op het gebied van vegetatie en bestuivers in kaart gebracht. Door twee AWZI-terreinen met verschillend beheer te monitoren, namelijk Bodegraven en Alphen Noord, is de mate waarin beplanting en adequaat beheer voor meer biodiversiteit van bestuivers en daarmee overige insecten en diersoorten zou kunnen zorgen inzichtelijk gemaakt.

Op beide AWZI-terreinen is, zoals overeengekomen in de opdracht, slechts op één dag een monitoring uitgevoerd. Dit houdt in dat er zeker geen compleet beeld is gevormd van de planten en insecten, slechts een eerste indruk. Bij de inventarisatie is allereerst het terrein visueel opgedeeld in karakteristieke gebieden, op basis van overheersende vegetatie en beheer. Bijvoorbeeld een bossig gebied, overheersend hoge grassen met enkele kruiden of een kort gemaaid grasveld. De inrichting van deze gebieden is in de volgende paragrafen beschreven, samen met een plattegrond. In elk van de karakteristieke gebieden zijn de bestuivers en vegetatie geïnventariseerd.

2.2.2 Werkwijze monitoring en analyse

Bestuivers

Pan traps (watervallen)

Na bepaling van de karakteristieke gebieden zijn hierin watervallen, of pan traps, neergezet om de bestuivers te vangen (figuur 2.3). Elke pan trap werd gevuld met circa 3 cm water en een druppel wasmiddel om de oppervlaktespanning te reduceren. De pan traps zijn neergezet per set van drie fluoriserende kleuren: wit, geel en blauw.



Figuur 2.3: Watervallen gepositioneerd over het terrein.

Transect met vangnet

In aanvulling op de pan traps is er per gebied een traject met vangnetten gelopen, waar gedurende 5 minuten over een breedte van circa 2,5 à 3 meter bestuivers worden gevangen. Indien mogelijk zijn deze direct gedetermineerd. Zo niet, dan zijn deze verzameld ter determinatie.

Bewaring

De gevangen bestuivers in de pan traps en vangnetten zijn verzameld in gemarkeerde plastic buizen met aceton of 70% alcohol ter conservatie.

Vegetatie

In elk van de karakteristieke gebieden is de totale vegetatie opgenomen op basis van soortnaam. Een uitzondering hierop vormen de grassen, omdat deze een minder relevante voedselbron vormen voor bestuivers.

Analyse

De resultaten van de monitoring op beide AWZI-terreinen zijn samengevat in Bijlage 12 en Bijlage 13, en beoordeeld op de huidige status van de biodiversiteit, waarna ze met elkaar zijn vergeleken. Op basis hiervan is becommentarieerd welke opvallende bevindingen zijn gedaan en hoe de biodiversiteit op de terreinen kan worden verbeterd.

3. Resultaten en discussie

3.1 Modelling waterplanten

3.1.1 Plantengemeenschappen

De volgende stap is om naar de samenstelling van de vegetatie te kijken op individuele locaties. Immers, een vegetatie kan er door dominantie van enkele soorten hetzelfde uitzien (bijvoorbeeld nog steeds een rietkraag of drijvende waterlelies), terwijl andere soorten er niet meer voorkomen. Rijnland heeft detailgegevens over de waterplanten van meer dan 1500 locaties. Dit geeft geen beeld van verandering in de tijd, maar geeft wel een beeld van de huidige stand van de waterplantenvegetatie in Rijnland. Op basis van de plantensamenstelling (clusters) kunnen de locaties met elkaar worden vergeleken.

Clustering vegetatiegroepen

Om de vegetatie van de meer dan 1500 vegetatieopnamen in de KRW-waterlichamen en OW te karakteriseren, zijn aan de hand van de bedekking van verschillende oever- en waterplanten zogeheten vegetatieclusters gevormd. Alle clusters zijn gekenmerkt door verschillende bedekkingen van plantensoorten, inclusief typerende indicatorsoorten. Alle clusters komen zowel voor in de KRW-meetlocaties als de OW-meetlocaties, behalve cluster 7 en 9, die zijn gekenmerkt door een grote hoeveelheid klein kroos en bultkroos. Deze vegetatieclusters komen niet op de KRW-plekken voor. De tabel met uitgebreide informatie per cluster is opgenomen in Bijlage 6. De voornaamste kenmerken per cluster zijn hieronder in willekeurige rangschikking beschreven, inclusief bedekking per soort, indicatorsoorten, gemiddelde soortenrijkdom en aantal locaties.

1. Het eerste cluster wordt gekenmerkt door een grote bedekking van de Grote Egelskop (*Sparganium erectum*) en is een cluster met een hoge biodiversiteit (gemiddeld 13 soorten per plek). Indicatorsoorten van dit cluster zijn Zwanebloem (*Butomus umbellatus*), Brede waterpest (*Elodea canadensis*), Gewoon puntkroos (*Lemna trisulca*), Watermunt (*Mentha aquatica*), Waterpeper (*Persicaria hydropiper*), Gele waterkers (*Rorippa amphibia*) en Grote egelskop.
2. Het tweede cluster heeft een erg grote bedekking (~ 95%) van Riet (*Phragmites australis*) en heeft als indicator soorten riet en Gewoon kransblad (*Chara vulgaris*). De soortenrijkdom is relatief laag (gemiddeld 7.33 soorten per plek).
3. Het derde cluster betreft een watergemeenschap en heeft een grote bedekking van Smalle waterpest (*Elodea nuttallii*) en heeft deze plant ook als indicatorsoort. De soortenrijkdom is relatief hoog vergeleken met de andere clusters (gemiddeld 12.61 soorten per plek).
4. Het vierde cluster wordt net als cluster 2 gekenmerkt door riet. De bedekking van riet is gemiddeld lager (~27.64%) en er is een matige bedekking van kleine lisdodde (*Typha angustifolia*). Indicatorsoorten van dit cluster zijn de Kleine lisdodde en Koninginnekruid (*Eupatorium cannabinum*). Dit cluster heeft net als cluster 2 een lage soortenrijkdom (gemiddeld 7.05 soorten per plek).
5. Het vijfde cluster heeft een hoge bedekking (~51%) van de Gele plomp (*Nuphar lutea*). Gele plomp (in het water), wilgen (*Salix*) en Blauw glidkruid (*Scutellaria galericulata*) zijn indicatorsoorten van dit cluster.
6. Dit cluster heeft de waterlelie als karakteristieke plant. In het water is er een grote bedekking (~ 59%) van witte waterlelie (*Nymphaea alba*), met aan de oever de indicatorsoorten Tandzaag (*Bidens*), Oeverzegge (*Carex riparia*), Moerasspirea (*Filipendula ulmaria*), Grote kattenstaart (*Lythrum salicaria*).
7. Cluster 7 heeft een grote bedekking (~84.87%) van Klein kroos (*Lemna minor*). Het cluster heeft een lage soortenrijkdom (gemiddeld 7 soorten per plek) en Klein kroos en *Wolffia* zijn indicatorsoorten voor dit cluster.

8. Een cluster wat hierop lijkt, is cluster 8 met een lage bedekking (~ 28.68%) van Klein kroos. Dit cluster heeft een hogere soortenrijkdom (gemiddeld 9.78 soorten per plek) en de indicatorsoorten zijn: Dwergkroos (*Lemna minuta*), Kropkroos (*Lemna turionifera*), Veelwortelig kroos (*Spirodela polyrhiza*) en Colombiaanse Wolffia (*Wolffia columbiana*).
9. Cluster 9 heeft als voornaamste bedekking (~65.67%) Bultkroos (*Lemna gibba*) en de indicatorsoorten zijn Worteloos kroos (*Wolffia arrhiza*) en Bultkroos met aan de oever de Kleine watereppe (*Berula erecta*).
10. Het tiende cluster heeft een grote bedekking (~61%) van Schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*). Indicatorsoorten zijn Sterrenkroos (*Callitriche*) in het water en soms Galigaan (*Cladium mariscus*) nabij de oever.
11. Cluster 11 heeft een bedekking van riet die tussen cluster 2 en cluster 4 in ligt (~68.69%). Dit cluster heeft geen indicatorsoorten en een lage soortenrijkdom (gemiddeld 7.68 soorten per plek).
12. Het twaalfde cluster heeft een hoge bedekking (~66.34%) van Grof Hoornblad (*Ceratophyllum demersum*) en deze soort is ook de indicatorsoort van dit cluster.
13. Cluster 13 heeft net als cluster 2 een hoge bedekking van riet (~90.56%). Het verschil met cluster 2 is een gemiddelde bedekking (~50%) van Smalle waterpest in het heldere water. Er zijn geen indicatorsoorten in deze groep.
14. Het laatste cluster 14 bestaat uit een lage bedekking van plantensoorten. Er zijn geen indicatorsoorten en de soortenrijkdom is laag (gemiddeld 7.69 soorten per plek). Dit cluster wordt in het vervolg de lage bedekkings groep genoemd (lbg).

Over het algemeen heeft cluster 14 het grootste aantal locaties. Dit cluster komt voor in 373 van de locaties, waarvan 199 in de KRW-waterlichamen. Dit cluster heeft als kenmerk een lage bedekking van planten, maar de geringe plantengemeenschappen die er voorkomen hebben kenmerken van de andere clusters. Het cluster met de hoogste soortenrijkdom is het cluster gekenmerkt door grote egelskop (*Sparganium erectum*) en het cluster met de laagste soortenrijkdom is cluster 7 met een grote hoeveelheid klein kroos (*Lemna minor*). Het grote egelskop cluster (cluster 1) en de verschillende riet clusters (clusters 2, 4, 11 en 13) worden gekenmerkt door een grote bedekking van oevervegetatie. De andere clusters hebben vooral submersieve planten (e.g. cluster 3 met smalle waterpest) en emersieve planten (e.g. witte waterlelie in cluster 5).

Vergelijking clusters met vegetatiegroepen literatuur

De samenstelling van de vegetatie is vervolgens vergeleken met de Atlas van de Nederlandse vegetatiegemeenschappen (Weeda, 2005), waarin in detail beschreven staat welke verbanden er zijn en wanneer een vegetatie van goede kwaliteit is (oftewel welke soorten erin te verwachten zijn bij goede kwaliteit). Op grond daarvan zijn 7 verschillende vegetatiegroepen onderscheiden en een 8^e groep met een lage bedekkingsgraad, waarin de clusters zijn onder te verdelen. In tabel 3.1 zijn deze vegetatiegroepen en bijbehorende clusters, percentage van voorkomen op locaties en kwaliteit weergegeven.

De riet groep en de egelskop groep hebben hun meest karakteristieke soorten op de oevers, terwijl bij de andere groepen de meeste vegetatie vooral in of op het water voorkomen. De lbg groep had zowel oeverplanten (zoals wilgen en riet) als emersieve en/of submersieve planten (gele plomp en grof hoornblad).

In termen van kwalitatieve staat van deze gemeenschappen en hun samenstelling, ziet het er als volgt uit: 14% van de locaties heeft een (redelijk) goede staat van waterplanten, 42% bestaat uit soortenarme vegetatie van matige of slechte kwaliteit, terwijl op 44% van de locaties vrijwel geen vegetatie voorkomt. De laatste groep (lbg) bevat locaties waarvoor dit logisch is (grotere kanalen, rivieren en diepe wateren), maar ook locaties waar wellicht kansen liggen om de vegetatie te versterken.

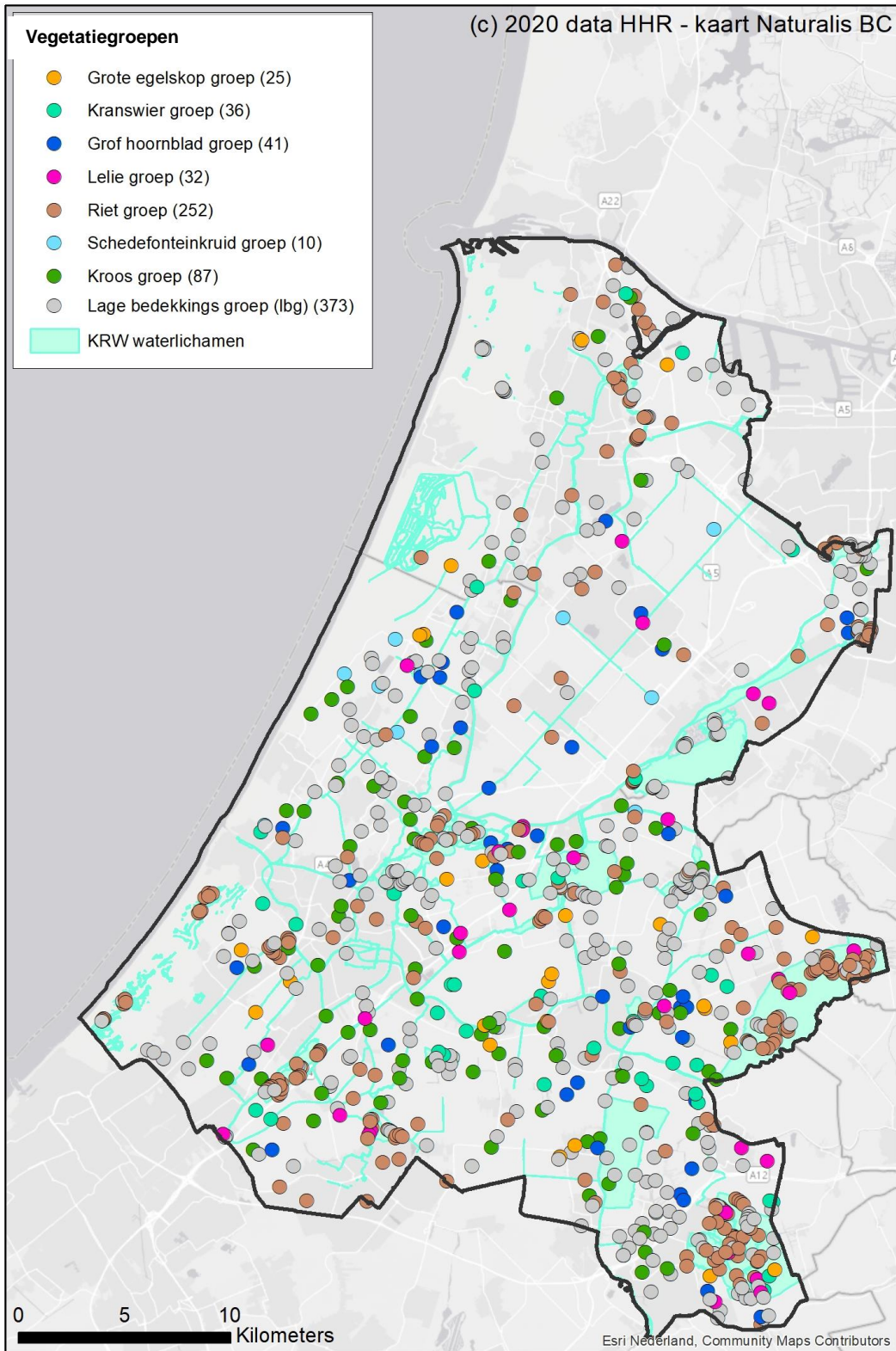
Tabel 3.1: Relatie vegetatiegroepen uit literatuur en samenhang met clusters			
Vegetatiegroep literatuur	Behorende bij cluster nr.	Voorkomen op locaties (%)	Kwaliteit
Schedefonteinkruid groep [Arme versie van associatie Ceratophyllum submersi met dominantie van Potamogeton pectinatus]	10	1	Redelijk/goed
Grote egelskop groep [Associatie Sagittario-Sparganietum]	1	3	Matig/slecht
Kranswier groep [Associatie Charetum vulgaris]	3	4	Redelijk/goed
Lelie groep [Associatie Myriophyllo-Nupharetum]	5, 6	4	Redelijk/goed
Grof hoornblad groep [Associatie Ceratophyllum submersi]	12	5	Redelijk/goed
Kroos groep [Lemnetea minoris, waarvan de associaties Wolffio-lemnetum gibbae en Lemno-Spirodeletum polyrhizae]	7, 8, 9	10	Matig/slecht
Riet groep [Associatie Typho-Phragmitetum]	2, 4, 11, 13	29	Matig/slecht
Lage bedekkingsgraad (lbg) groep	14	44	Geen vegetatie

De 8 groepen zijn als volgt te karakteriseren:

- Schedefonteinkruid: Op enkele locaties voorkomende soortenrijke vegetatie in helder water waarin schedefonteinkruid vaak dominant is.
- Grote egelskop: Oevervegetatie waarin naast riet en rietgras ook nog andere algemene soorten voorkomen zoals de grote egelskop, watermunt of bitterzoet. Soortenrijke oevervegetatie, elders in het land nog vrij veel voorkomend, is in Rijnland tegenwoordig vrijwel afwezig.
- Kranswier: Een soortenrijke vegetatie van helder water met vaak nog bijzondere soorten karakteristiek voor goede waterkwaliteit, waaronder kranswieren. Kranswier (genus *Chara*) komt vaak voor in combinatie met smalle waterpest (*Elodea nuttallii*). Kranswier is gevoeliger voor vervuiling dan smalle waterpest en komt vandaar niet meer in grote mate voor in deze groep.
- Lelie: Een gemeenschap van drijvende planten waaronder waterlelie en gele plomp met soms pijlkruid en andere zeldzamere planten.
- Grof hoornblad: Een gemeenschap van redelijk helder water, met minder soorten dan de bovengenoemde gemeenschappen, waarschijnlijk als gevolg van de hogere voedselrijkheid.
- Kroos: De welbekende kroosloten van voedselrijke plaatsen, gedomineerd door een vaak dikke laag kroos, waardoor er nauwelijks waterplanten op de bodem kunnen leven.
- Riet: Deze groep staat voor de soortenarme rietkragen (of rietgraskragen) waar weinig andere soorten in voorkomen.
- LBG: De lbg groep is mogelijk een verarmde variant van de andere vegetatie groepen met veel minder plantenbedekking. De meeste locaties behoren tot de lage bedekkingsgraad groep met een lager percentage van plekken die de lelie en schedefonteinkruid groepen bevatten.

Figuur 3.1 geeft een overzichtkaart weer met de verdeling van de vegetatiegroepen over de meetpuntlocaties, inclusief het aantal meetpunten per vegetatiegroep.

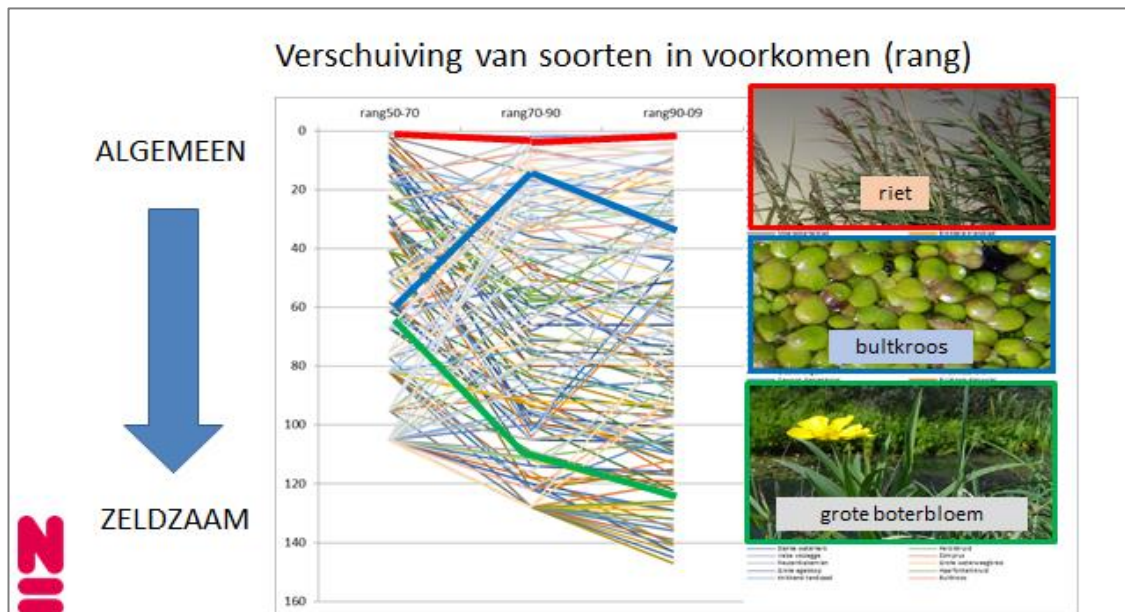
Vegetatiegroepen KRW + OW monitoring locaties



Figuur 3.1: Overzichtkaart met vegetatiegroepen (literatuur) met tussen haakjes het aantal meetpunten behorende bij een vegetatiegroep.

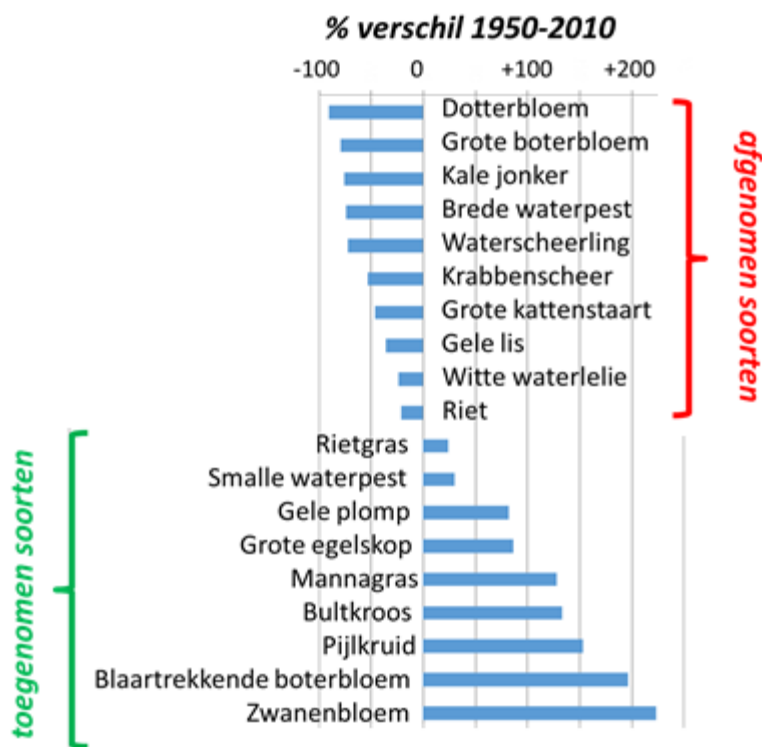
Verschuiving in voorkomen waterplanten sinds 1950

De verschuiving in soorten over drie perioden (1950-1969, 1970-1989 en 1990-2009) is voor de NDFF-waarnemingen in het Rijnland gebied op basis van rangorde inzichtelijk gemaakt in figuur 3.2. Riet, bultkroos en grote boterbloem zijn hier uitgelicht als voorbeelden van een algemene soort, exoot en rode lijstsoort respectievelijk.



Figuur 3.2: Verschuiving NDFF soorten in het Rijnland gebied over drie perioden, waarbij riet, bultkroos en grote boterbloem zijn uitgelicht.

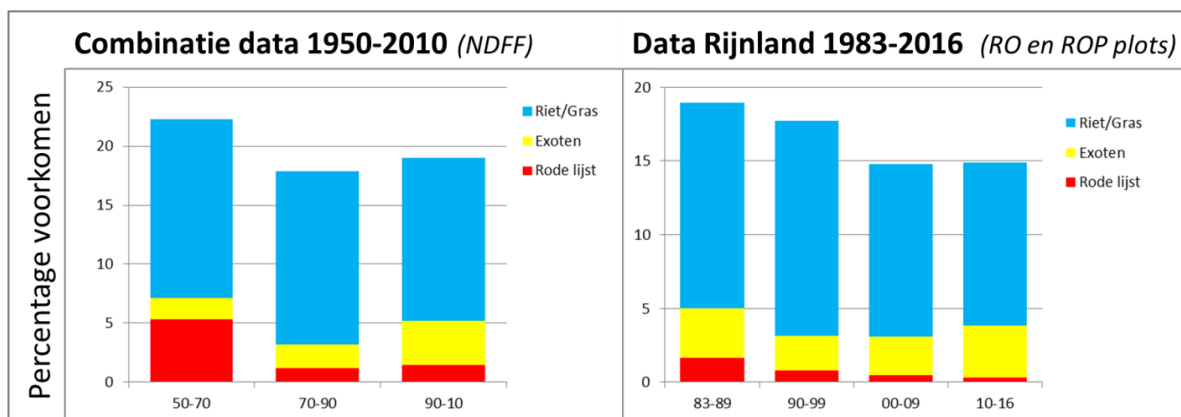
Riet is sinds 1950 een van de meest voorkomende waterplantsoorten en is een typerend fenomeen aan de waterkant. De invasieve exoot bultkroos is tussen 1950-1969 en 1970-1990 sterk gestegen in voorkomen. Deze is daarna weer enigszins teruggedrongen, maar niet tot het oorspronkelijke niveau. De rode lijst soort grote boterbloem is daarentegen sterk achteruitgegaan sinds 1950, wellicht ten gevolge van de vermindering van de waterkwaliteit. Dit overzicht suggereert dat sinds 1950 op veel locaties de watergang met helder water en soortenrijke oever heeft plaatsgemaakt voor een rietkraag gecombineerd met verschillende kroossoorten. Deze verschuiving is ook zichtbaar in figuur 3.3, die het percentage van verschuiving van meerdere waterplantsoorten over tijd laat zien.



Figuur 3.3: Verschuiving van diverse waterplantensoorten in percentage voorkomen sinds 1950. Dit is een weergave van het gemiddelde voor het hele Rijnland gebied.

We kunnen de gegevens ook samenvatten op een meer beleidsrelevant niveau, waarbij de focus ligt op 1) *rode lijst soorten*, die bescherming nodig hebben, 2) *exoten*, soorten die aandacht behoeven omdat ze soms invasief worden en er een wettelijke verplichting kan zijn om ze te verwijderen, en 3) de *rietkraag* of rietgrasvegetatie, omdat deze vaak een dominante en stabiele vegetatie vormt.

Sinds 1950 is het percentage locaties met rode lijstsoorten afgenomen van 5% naar minder dan 1% (NDFF-data) en laat de standaard monitoring van Rijnland een afname zien van meer dan 50% sinds het begin van de waarnemingen in 1983 (Figuur 3.4). Zeldzame soorten zijn bijna niet meer te vinden in het Rijnland gebied. Exoten zijn sinds circa 1980 op een flink deel van de locaties te vinden (circa 4%), terwijl ze rond 1950 nog nauwelijks voorkwamen. Dit betekent een flinke opgave voor beheer en verwijdering van soorten. Dat deze verschuivingen niet een bij-effect van de data is laat het aandeel riet en rietgras zien: Het is steeds de belangrijkste fractie van waterplanten in het gehele gebied en komt op ongeveer 15% van de locaties voor.



Figuur 3.4: Verloop rietgrasvegetatie, exoten en rode lijst soorten tussen 1950 en 2010 op basis van NDFF-data en Rijnland data.

3.1.2 Fysische en chemische parameters

De verschillende fysisch-chemische parameters bestaan uit variabelen die betrekking hebben tot doorzicht van het water, concentraties van fosfaat, nitraat en chloor, pH, temperatuur en afmetingen van het waterlichaam. Van deze variabelen is een selectie gemaakt van de meest representatieve waarden die de totale variatie in de omgevingsvariabelen goed omvatten. De verschillende variabelen correleren sterk onderling (Figuur S2 in Bijlage 7) en de PCA-analyse resulteert in 6 assen die samen meer dan 70 % van de variatie verklaren (73.9%; Figuur S3 in Bijlage 8).

De eerste PCA as correleert sterk met de waarden van de bemonsteringsdiepte (MONSDTE; figuur Y.3) en het doorzicht (ZICHT). De tweede as correleert aan het chloorgehalte (Cl) en de geleiding van het water (GELDHD). De derde as heeft nog de meeste correlatie met de nitraat (Ntot) en fosfaat (Ptot) waarden. De vierde as correleert met het zuurstofgehalte (O₂) en de pH van het water (pH). De vijfde as correleert aan de temperatuur (T) en de zesde as heeft geen duidelijk correlatie patroon. De pH en het zuurstofgehalte zijn beiden gecorreleerd aan dezelfde as. Zowel fosfaat als nitraat worden meegenomen in de analyse, omdat deze variabelen sterk beïnvloed kunnen worden door maatregelen. De diepte- en breedte legger worden meegenomen, omdat deze variabelen van belang zijn in het karakteriseren van de waterlichamen. Voor de variabelen waarvan verwacht wordt dat ze fluctueren, wordt de maximale jaarlijkse waarde gekozen in plaats van het gemiddelde.

Op basis van de correlatie en bovenstaande redenering zijn onderstaande variabelen geselecteerd (zie ook figuur S4, Bijlage 9):

- Gemiddelde doorzicht van het water (D01_ZICHT_Avgwrđ; as 1).
- Maximale waarde van het chloorgehalte (D01_Cl_Maxwrđ; as 2)
- Maximale fosfaat waarde (D01_Ptot_Maxwrđ; as 3)
- Maximale nitraat waarde (D01_Ntot_Maxwrđ; as 3)
- Gemiddelde zuurstof waarde (D01_O2_Avgwrđ; as 4)
- Gemiddelde temperatuur (D01_T_Avgwrđ; as 5)
- Diepte legger (diepte_legger)
- Breedte legger (breedte_legger)

3.1.3 Relatie fysisch-chemische parameters en vegetatiegroepen

Vervolgens is het belangrijk om te begrijpen waarom op sommige plaatsen wel of geen waterplanten voorkomen, waar er een hogere diversiteit is of juist zeldzame planten voorkomen. Er is gekeken naar correlaties tussen de chemische condities (hoeveelheid stikstof, fosfaat, chloride), de fysische condities (bodem), inrichtingscondities en het voorkomen van waterplanten. Ook is er onderzocht of de huidige analyse verband houdt met de beoordeling volgens de KRW. Tenslotte is ook de relatie tussen het type oever en de rijkdom aan waterplantensoorten onderzocht.

Doorzicht, temperatuur en zuurstof

De plantengroepen verschilden niet significant in het doorzicht van het water (figuur S5a, Bijlage 10). De lelie groep had gemiddeld de hoogste doorzicht of helderheid, wat aangeeft dat de plantensoorten uit deze groep relatief gevoelig zijn voor de helderheid voor hun voorkomen.

Het zuurstofgehalte was hoger in de kranswier groep dan de lbg, riet, grote egelskop en kroos groep. Het zuurstofgehalte in de kroos groep had één van de laagste waarden en was gemiddeld lager dan de grof hoornblad groep (figuur S5b, Bijlage 10). Hieruit blijkt dat submersieve vegetatiegroepen significant meer zuurstof in het water nodig hebben om te overleven dan de emersieve vegetatiegroepen zoals kroos.

De gemiddelde jaarlijkse temperatuur in de riet, kranswier en grote egelskop groepen was significant hoger dan in de schedefonteinkruid groep met circa 3 graden Celsius verschil (figuur S5c, Bijlage 10).

Voor de riet en grote egelskop kan dit wellicht worden verklaard door de ligging aan de oever, waar het water door de geringere diepte en warmteuitstraling van de droge wal makkelijker opwarmt.

Fosfaat, nitraat en chloor

Voor fosfaat, nitraat en chloor is naar de maximale jaarlijkse waarden gekeken, omdat het hier vooral om tolerantie gaat.

Het maximale fosfaatgehalte (figuur S5e, Bijlage 10) was het hoogste in de schedefonteinkruid groep, vergeleken met de groepen riet, lbg, kroos en kranswier. De kroos groep had gemiddeld hogere waarden dan de riet groep en de grof hoornblad groep had hogere fosfaat waarden dan de kranswier groep.

Nitraat (figuur S5f, Bijlage 10) leek een gelijksoortige trend te hebben als fosfaat, alhoewel schedefonteinkruid groep niet zulke relatieve hoge nitraat waarde had als fosfaat waarde vergeleken met de andere groepen. De kroos groep had de hoogste nitraat waarden en was significant hoger dan de riet groep.

De kroos, lbg en riet groep hadden de meeste extreme chloorwaarde, wat een weerbaarheid voor zout weergeeft in deze groepen (figuur S5d, Bijlage 10).

De lelie en kranswier groepen hadden geen extreme chloor, fosfaat of nitraat waarden, wat suggereert dat deze groepen gevoelig zijn voor deze drie stoffen (figuur S5d,e,f, Bijlage 10). Deze vegetatiegroepen representeren volgens de literatuur ook een redelijk tot goede kwaliteit.

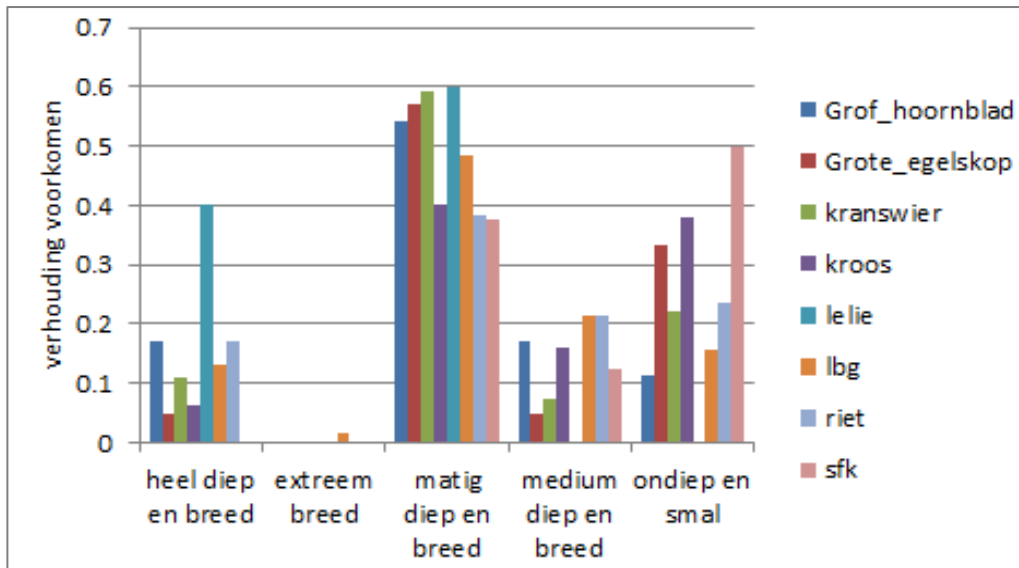
Afmetingen waterlichaam

De lelie groep kwam voor in brede en diepe wateren, terwijl de kroos, kranswier, grote egelskop en schedefonteinkruid groep vooral in smallere en ondiepere wateren voorkwamen (figuur S5g,h, Bijlage 10). We kunnen diepte en breedte ook combineren in type wateren. Als we diepte en breedte clusteren, krijgen we vijf klassen:

Omschrijving	Gemiddelde diepte (m)	Gemiddelde breedte (m)	Aantal locaties
Heel diep en breed	1.00	16.55	48
Heel breed	0.67	148.50	3
Medium diep en breed	0.79	9.89	70
Matig diep en breed	0.51	7.06	188
Ondiep en smal	0.28	2.44	90

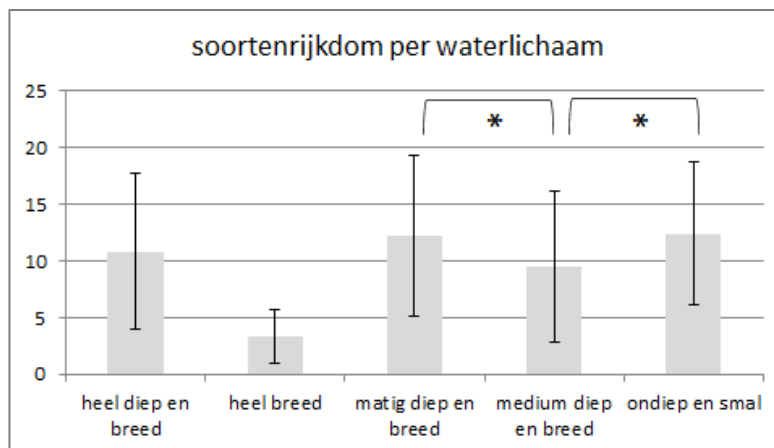
De volgende waarnemingen van vegetatiegroepen in watergangen met bepaalde afmetingen zijn deels het gevolg van het feit dat bepaalde waterplanten in de vegetatiegroepen op een bepaalde diepte wortelen, maar ook elementen zoals doorzicht, zuurstof en doorstroming spelen een rol.

In de heel diepe en brede plekken (48 locaties) kwamen relatief veel lelie vegetatie groepen voor (figuur 3.5). In de heel brede plekken (3 locaties) kwam alleen de lbg voor, wat waarschijnlijk het resultaat is van de functionaliteit van deze watergangen, waardoor weinig vegetatie zich kan vestigen. In de matig diepe en brede waterlichamen (188 locaties) kwamen relatief meer grof hoornblad, kranswier en grote egelskop groepen voor. De medium diep en brede plekken (70 locaties) werden gekenmerkt door de kranswier en riet groepen. In de ondiepe en smalle wateren (90 locaties) kwamen veel kroos en schedefonteinkruid groepen voor, waarschijnlijk door beperkte doorstroming waardoor met name kroos zich goed kan vermeerderen.



Figuur 3.5: Aandeel van verschillende vegetatie groepen in de verschillende diepte en breedte klassen. De schedefonteinkruid groep is aangegeven als "sfk".

De soortenrijkdom was hoger in de 'Matig diepe en brede waterlichamen' en 'Ondiepe en smalle waterlichamen' vergeleken met de 'Medium diep en brede wateren' (figuur 3.6).



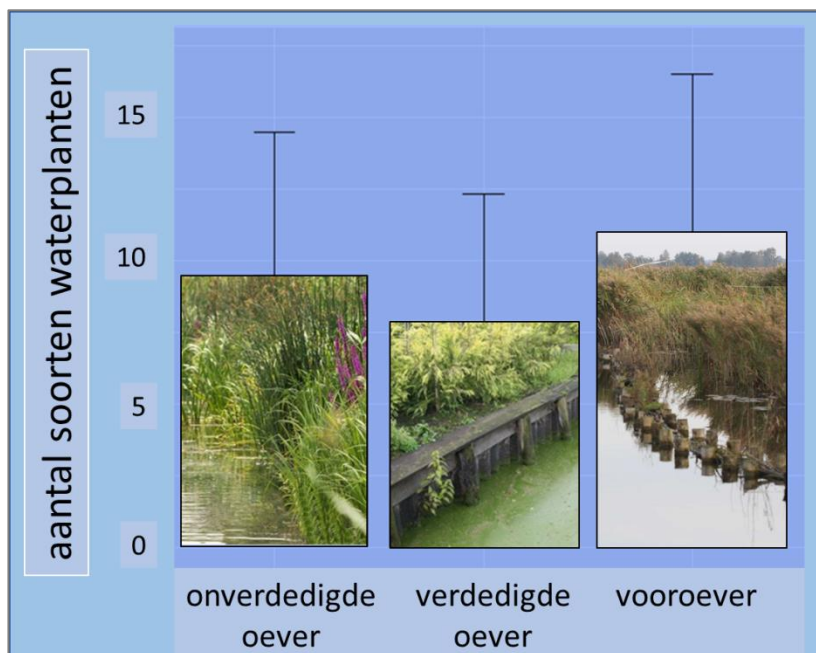
Figuur 3.6: Soortenrijkdom in de verschillende waterlichamen. De horizontale lijnen geven aan tussen welke afmetingen het verschil significant is. De kromming van de verticale haakjes duiden de manier aan waarop de betreffende afmeting verschilt van de andere afmetingen. Hierbij is de kromming van de haakjes van de referentie-afmeting gespiegeld t.o.v. die van de significant aangeduide afmetingen. De mate van significantie is aangeduid met het aantal asterisks (* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; Nemenyi test). (* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; Nemenyi test) en met de standaarddeviatie.

Oevertype

De oevers zijn ingedeeld in de volgende typen: onverdedigde oever (geen harde beschoeiing aanwezig), verdedigde oever (harde beschoeiing aanwezig) en een vooroever (een vaak doorlatende harde beschoeiing met mogelijkheid voor vestiging van waterplanten erachter).

De rijkste vegetatie is te vinden is bij de vooroevers en de minste soorten bij de verdedigde oever (figuur 3.7). De soortenrijkdom van de specifieke oevercategorieën was het laagste bij "verdedigd steile kant damwand" en het hoogste bij "vooroever open water plas/dras", "vooroever open water steile kant" en "verdedigd talud, doorgroei stenen/matten" (tabel S5; Bijlage 11). De laatste categorie betreft een flauw talud, verdedigd met open stenen of matten, waartussen vegetatie zich stevig kan vestigen. De verschillen waren niet significant bij de specifieke categorieën.

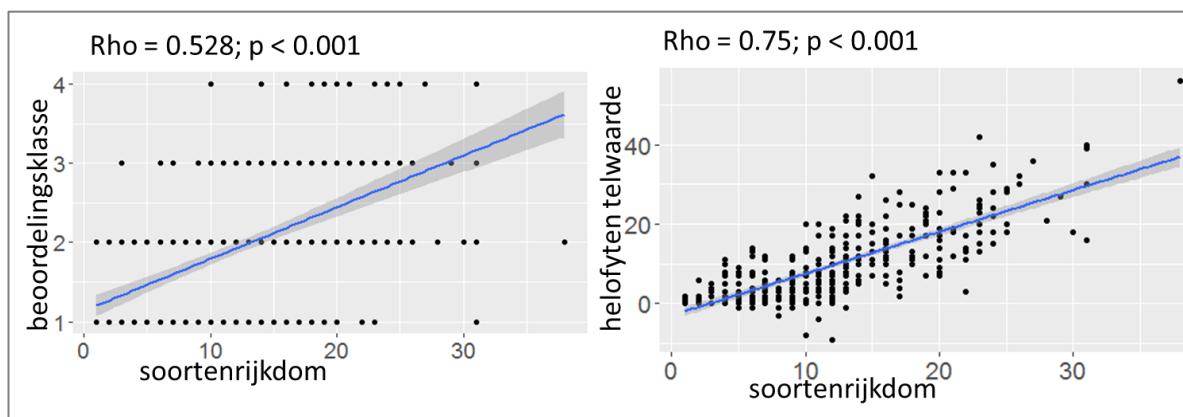
Dat de hoogste soortenrijkdom is te vinden bij vooroevers is op zich niet verrassend, maar wel belangrijk om hier vast te leggen in verband met het handelingsperspectief voor inrichting. Hierbij kunnen vooroevers en onverdedigde oevers worden geprefereerd, hoewel in sommige gevallen een verdedigde oever nodig is in verband met erosie.



Figuur 3.7: Soortenrijkdom in de verschillende typen oevers met significantie $p < 0.01$ (Nemenyi test) en standaarddeviatie.

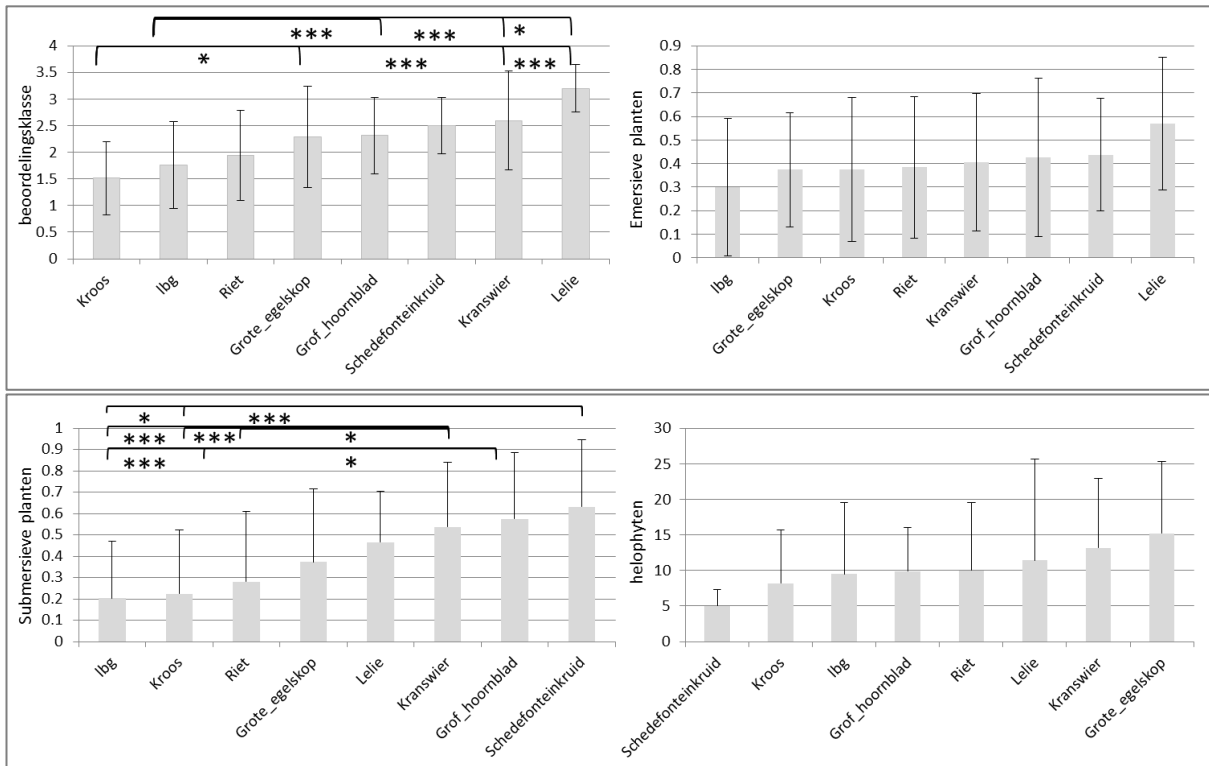
Toetsoordeel kaderrichtlijnwater

Het toetsoordeel van kaderrichtlijn water is gebaseerd op verschillende variabelen (Rijkswaterstaat, 2014) en wettelijk vastgelegd. De soortenrijkdom had een sterke correlatie met zowel de beoordelingsklasse als de helofyten telwaarde ($p < 0.001$; $\rho = 0.528$; 0.75) (figuur 3.8). De shannon index had eenzelfde correlatie met de beoordelingsklasse en de helofyten, alleen dan minder sterk ($p < 0.001$; $\rho = 0.39$; 0.55).



Figuur 3.8: Regressie tussen de soortenrijkdom en de kaderrichtlijn beoordelingsklasse. De blauwe lijn is de regressielijn en het donkergrijze gebied het 95%- Confidence Interval (CI).

De beoordelingsklasse was het hoogste in de lelie vegetatie groep en het laagste in de kroos vegetatie groep (figuur 3.9). De lelie groep bevatte wederom de meeste emersieve planten en de groepen kranwier, grof hoornblad en schedefonteinkruid bevatten veel submersieve planten.



Figuur 3.9: Het staafdiagram geeft de waarden weer van beoordelingsklasse, emersieve planten, submersieve planten en helofyten per vegetatie groep. De horizontale lijnen geven aan tussen welke vegetatie groepen het verschil significant is. De kromming van de verticale haakjes duiden de manier aan waarop de betreffende vegetatiegroep verschilt van de andere groepen. Hierbij is de kromming van de haakjes van de referentiegroep gespiegeld t.o.v. die van de significant aangeduide groepen. De mate van significantie is aangeduid met het aantal asterisks (* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; Nemenyi test).

Variatie over afstand and fysisch-chemische variabelen

Een general dissimilarity model (GDM) is een statistische methode om de verandering in soortensamenstelling te voorspellen aan de hand van verschillende omgevingsvariabelen. Sommige variabelen, zoals fosfor gehalte, oefenen hun effect uit op de soortensamenstelling bij specifieke concentraties. Dit kan inzichtelijk worden gemaakt met de GDM modelleertechniek. Deze methode geeft *geen* informatie over de soortenrijkdom, maar vertelt ons hoe *verschillend* vegetatie gemeenschappen zijn over een gradiënt van omgevingsvariabelen. Als we de verschillen tussen de vegetatie (of invloed op de compositie van de vegetatie) uitzetten over een fysisch-chemische en geografische schaal, zien we verschillende patronen ontstaan.

Zoals men verwacht bij veel data in verschillende locaties in tijd en ruimte, is veel variatie zichtbaar tussen de voorspelde waarden van het model en de observaties (figuur 3.10; eerste twee grafieken). Ondanks deze variatie, lijkt het model de trend van de data goed te voorspellen.

De vegetaties verschillen meer naarmate de afstand tussen de plekken toeneemt tot een bepaald punt (rond de 40 km) waar de invloed op de vegetatiecompositie afvlakt. Dit geeft aan dat de watersystemen een vrij grote schaal hebben en dat voor verbetering ook op grotere schaal gedacht moet worden.

De diepte van het waterlichaam lijkt een sterke invloed uit te oefenen tot 1 meter waarna de invloed op de vegetatie compositie afvlakt (figuur 3.10). Dit is logisch omdat, in de hier onderzochte dataset, in water dieper dan ongeveer 1 meter het doorzicht minder is en weinig waterplanten kunnen wortelen.

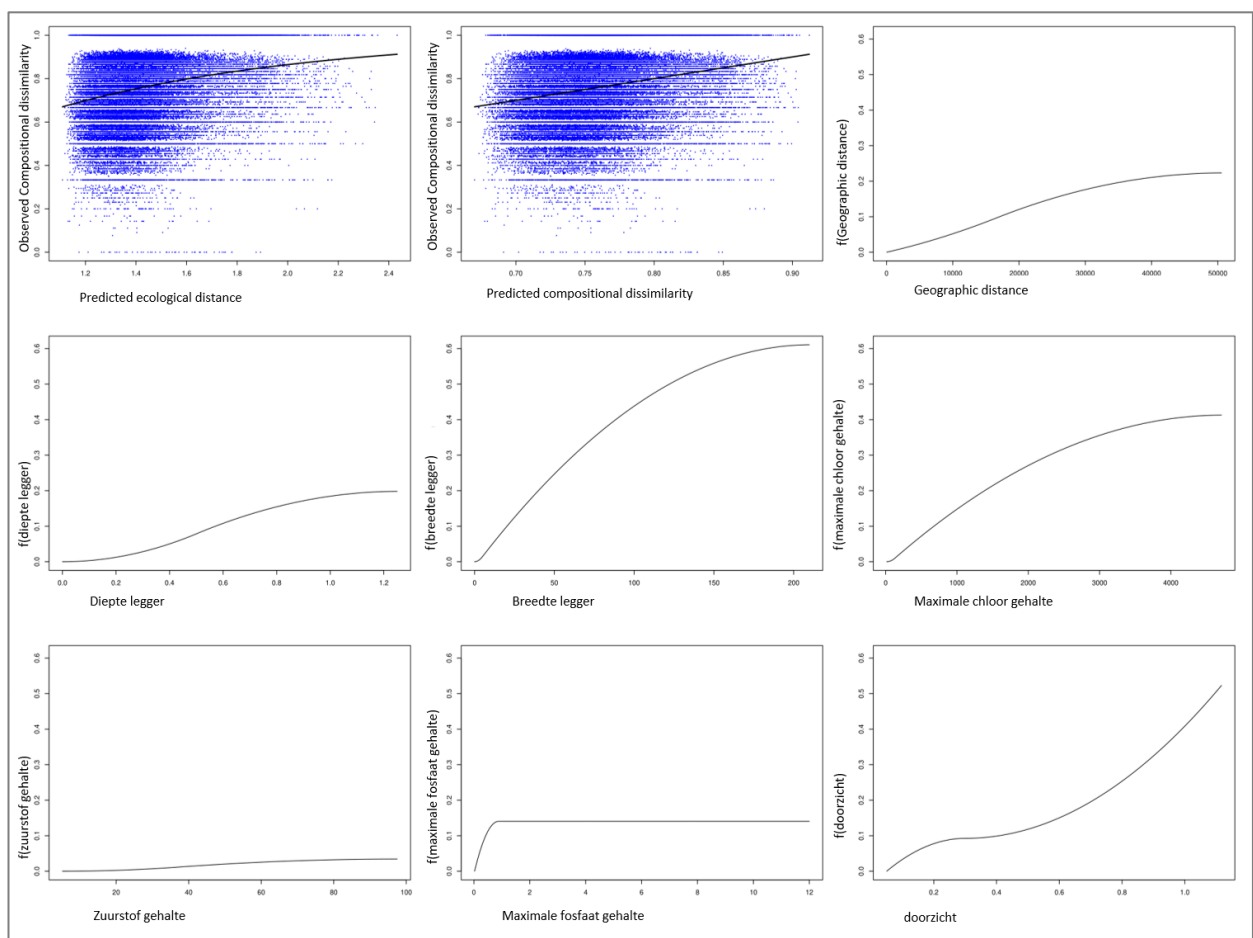
De breedtelegger bevat een aantal extreme punten met een grote breedte, wat de trend kan beïnvloeden en een sterkere relatie kan weergeven dan realistisch is. Desalniettemin lijkt er een toename van verschil in vegetatie compositie over de breedte van het waterlichaam. Dit resultaat komt overeen met de eerdere geobserveerde relatie tussen de breedte van het waterlichaam en de vegetatie groepen (figuur 3.5).

Het maximale chloorgehalte beïnvloedt de vegetatie compositie tot een bepaalde concentratie waarna deze verschillen afvlakken.

Het zuurstofgehalte lijkt een minder sterke invloed uit te oefenen op de vegetatie compositie.

Het fosfaatgehalte beïnvloedt sterk de vegetatie compositie bij lage concentraties, waarna de invloed op de vegetatie sterk afvlakt. Dit is waarschijnlijk een teken dat veel waterlichamen al ver boven de maximale fosfaatconcentratie zitten.

Naarmate de doorzicht beter wordt, wordt het verschil in de vegetatiecompositie groter.



Figuur 3.10: Grafieken gebaseerd op een general dissimilarity model (GDM) van de vegetatie gemeenschappen en de fysisch-chemische en geografische variabelen. Van linksboven naar rechtsonder: evaluatie van de datapunten over de ecologische afstand en de geobserveerde ongelijkheid van de vegetatie gemeenschappen, evaluatie van de datapunten over de voorspelde en geobserveerde ongelijkheid van de vegetatie gemeenschappen, ongelijkheid van de vegetatie gemeenschappen als functie van geografische afstand, diepte legger, breedte legger, maximaal chloorgehalte, zuurstofgehalte, maximaal fosfaatgehalte en doorzicht.

3.2 Monitoring AWZI-terreinen

3.2.1 Vegetatie

Allereerst is de indeling van de AWZI-terreinen visueel weergegeven met een korte beschrijving van de karakteristieke gebieden per AWZI-terrein. Vervolgens is de soortenrijkdom in kaart gebracht, waarbij de AWZI-terreinen met elkaar zijn vergeleken.

Alphen Noord

Het AWZI-terrein Alpen Noord is op 3 juni 2020 gemonitord. Het studiegebied is in figuur 3.11 weergegeven, inclusief de indeling op basis van karakteristieke gebieden A tot en met I en de locatie van in totaal 40 sets van pan traps.

De karakteristieke gebieden op het AWZI-terrein Alphen Noord zijn als volgt te omschrijven:

- A) Hoog grasveld van gewone glanshaver (99%) met relatief weinig andere planten.
- B) Hoog grasveld van gewone glanshaver (99%) met enkele aangeplante bijenplanten zoals moederkruid, bernagie en groot kaasjeskruid.
- C) Bos met voornamelijk Spaanse aak, gewone vlier, rode kornoelje, meidoorn, hazelaar en bosandoorn.
- D) Halfhoge verwilderde berm met voornamelijk reuzenberenklauw, fluitekruid, brandnetel, ridderzuring, kleeftkruid en look-zonder-look.
- E) Halfhoog grasveld met voornamelijk klaproos, smalle weegbree, akkerdistel en stinkende gouwe.
- F) Verwilderde berm met voornamelijk grote klis, akkerdistel, kleeftkruid, haagwinde, look-zonder-look en smalle weegbree.
- G) Bos met voornamelijk meidoorn, Spaanse aak, eik, berk, vogelkers, braam, madelief en fluitekruid.
- H) Laag grasveld met voornamelijk kruipende boterbloem, zilverschoon, madelief en kleine varkenskers.
- I) Berm op taluds met voornamelijk Ribes, harig wilgenroosje, kleeftkruid en haagwinde.



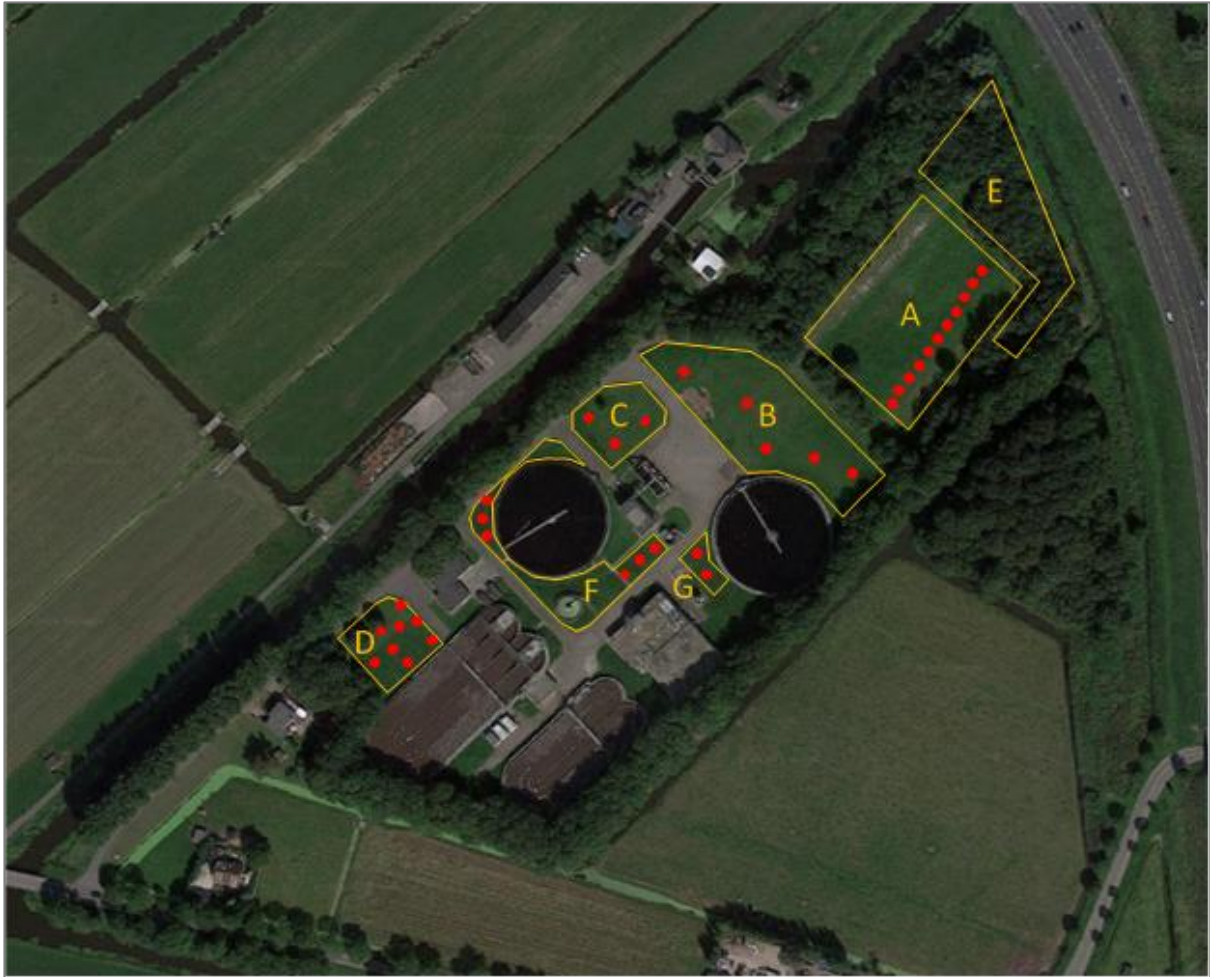
Figuur 3.11: Studiegebied AWZI Alphen Noord. De karakteristieke gebieden binnen het terrein zijn geel omlijnd. De locaties van de sets pan traps zijn aangeduid met rode stippen.

Bodegraven

De monitoring op het AWZI-terrein in Bodegraven is op 6 mei 2020 uitgevoerd. In figuur 3.12 is het studiegebied weergegeven, inclusief de indeling op basis van karakteristieke gebieden A tot en met G en de locatie van de sets pan traps, waarvan er in totaal 35 zijn neergezet.

De karakteristieke gebieden op het AWZI-terrein Bodegraven zijn als volgt te omschrijven:

- A. Ruig rietgras, afgewisseld met hoog gras, ridderzuring en fluitekruid.
- B. Kruidenrijk grasland met voornamelijk rode klaver, scherpe boterbloem, madelief en gewone smeerwortel.
- C. Kruidenrijk grasland met voornamelijk veldzuring, scherpe boterbloem, fluitekruid en akkermelkdistel.
- D. Hoog grasland met voornamelijk vossestaart, hondsdrif, fluitekruid, ridderzuring en scherpe boterbloem.
- E. Bos met voornamelijk populier, braam, kardinaalsmuts, meidoorn en gewone berenklaauw.
- F. Kort gemaaid grasveld.
- G. Grasland met voornamelijk fluitekruid, scherpe boterbloem, ridderzuring en koolzaad.



Figuur 3.12: Studiegebied AWZI Bodegraven. De karakteristieke gebieden binnen het terrein zijn geel omlijnd. De locaties van de sets pan traps zijn aangeduid met rode stippen.

Soortenrijkdom

Op AWZI-terrein Alphen Noord zijn in totaal 95 plantensoorten gevonden en in Bodegraven 70 (zie tabel 3.3). Het gemiddelde aantal gevonden planten per gebied ligt iets hoger in Bodegraven met 29 ten opzichte van 27 in Alphen Noord. Met name de gebieden A, B, C en D in Bodegraven laten een hoge soortenrijkdom zien. Dit is niet verwonderlijk, aangezien deze terreinen kunnen worden gekarakteriseerd als schraal, bloemrijk grasland, die bovendien amper gemaaid worden. Hierdoor kunnen de plantensoorten zich goed ontwikkelen, in bloei komen en voortplanten. Gebied F in Bodegraven en Gebied H in Alphen Noord worden daarentegen regelmatig gemaaid uit functionaliteit voor de werkzaamheden. Op elk van de AWZI-terreinen stond circa de helft van de gevonden plantensoort in bloei tijdens de monitoring. Op beide terreinen zijn in totaal 114 plantensoorten gevonden, waarvan er 58 in bloei stonden. De totale lijst met plantsoortnamen is opgenomen in tabel S6 in Bijlage 12, inclusief de secties waar ze gespot zijn.

Tabel 3.3: Aantal (bloeiende) plantensoorten per AWZI-terrein.					
Gebied Alphen Noord	Aantal soorten	Waarvan in bloei	Gebied Bodegraven	Aantal soorten	Waarvan in bloei
A-A	19	12	B-A	38	24
A-B	23	17	B-B	35	20
A-C	29	16	B-C	27	20
A-D	33	20	B-D	26	17
A-E	20	14	B-E	22	9
A-F	27	20	B-F	9	0
A-G	44	25	B-G	19	12
A-H	20	13			
A-I	24	14			
A-Gemiddelde	27	17	B-Gemiddelde*	29	17
A-Totaal	93	52	B-Totaal	70	35
Totaal Bodegraven en Alphen Noord				114	58

* Met uitzondering van B-F (kort gemaaid grasveld)

Omdat de gebieden lastig met elkaar zijn te vergelijken, zijn ze ondergebracht in de volgende habitattypes: bloemrijk grasland, bosrand, gemaaid gras en verwilderde berm (tabel 3.4).

Tabel 3.4: Vergelijking habitattypes en aantal plantensoorten per AWZI-terrein.				
Habitatype	Alphen Noord		Bodegraven	
	Gebieden	Aantal soorten	Gebieden	Aantal soorten
Bloemrijk grasland	A, B, E	36	A, B, C, D	63
Gemaaid gras	H	20	F	9
Bosrand	C, G	56	E	22
Verwilderde berm	D, F, I	57	-	-
Totaal		93		70

Het habitatype bloemrijk grasland, dat bij uitstek geschikt is voor bestuivers, bevat in Alphen Noord bijna de helft minder plantensoorten dan in Bodegraven. In Alphen Noord is dit te verklaren door de dominantie van de hoge grassoort, die met een hoogte van wel 150 cm circa 99% van het terrein besloeg en daarmee weinig ruimte overliet voor kruidachtige, bloeiende planten. In Bodegraven was het bloemrijke grasland beduidend lager met circa 50 cm, waar met name scherpe boterbloem, paardenbloem, gewone smeerwortel en rode klavers bloeiden.

Gemaaid gras bevat de minste soorten, zowel in Bodegraven als in Alphen Noord. Het gemaaide gras in Bodegraven was dusdanig kort dat er nog relatief weinig soorten te onderscheiden waren. In Alphen Noord konden iets meer soorten worden gedetermineerd.

Het habitatype bosrand in Alphen Noord heeft beduidend meer soorten dan in Bodegraven. Dit kan worden verklaard doordat het bos in Bodegraven direct aan het bloemrijke grasland grenste en de onderbegroeiing aan de bosrand werd gedomineerd door kleinere boomsoorten zoals gewone vlier, kardinaalsmuts en meidoorn, waardoor de kruidachtige vegetatie daar vanwege de schaduw minder grip had. In Alphen Noord grenste de bosrand aan de weg, waardoor er relatief veel lichtinval was op de bodem. Dit resulteerde in groeimogelijkheden voor zowel grote als kleine bomen, heesters zoals bramen alsook kruidachtige planten, wat de hoge soortenrijkdom verklaart.

In Alphen Noord was nog een vierde habitatype te onderscheiden, namelijk de verwilderde berm. Net zoals de bosrand was er voldoende lichtinval waardoor zaden van verschillende boom-, heester- en kruidachtige plantensoorten zich konden vestigen, wat zich uitte in een hoge soortenrijkdom.

3.2.2 Bestuivers

Er is een grote diversiteit aan bestuivers gevonden op beide AWZI-terreinen, die kunnen worden onderverdeeld in bijen, zweefvliegen en vlinders, met in totaal 39 soorten en 117 individuen (Tabel 3.5). In Bodegraven zijn met 14 iets meer bijensoorten gevonden dan de 12 in Alphen Noord, hoewel het aantal individuen lager is. In Bodegraven zijn twee keer zoveel zweefvliegsoorten aangetroffen en daarvan zijn er circa drie keer zoveel van gevangen dan in Alphen Noord. Ook zijn er enkele vlindersoorten aangetroffen in Bodegraven. In tabel S7 in Bijlage 13 is de complete lijst met soortnamen opgenomen.

Type	Aantal soorten Alphen Noord	Aantal soorten Bodegraven	Totaal aantal soorten	Aantal individuen Alphen Noord	Aantal individuen Bodegraven	Totaal aantal individuen
Bijen	12	14	19	32	25	57
Zweefvliegen	6	13	18	13	43	56
Vlinders	0	2	2	0	4	4
Totaal	18	29	39	45	72	117

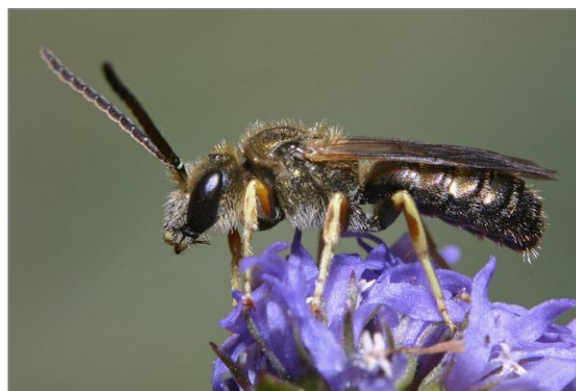
Habitatype	Alphen Noord		Bodegraven	
	Gebieden	Aantal individuen	Gebieden	Aantal individuen
Bloemrijk grasland	A, B, E	12	A, B, C, D	66
Gemaaid gras	H	9	F	1
Bosrand	C, G	9	E	1
Verwilderde berm	D, F, I	9	-	
Totaal		39		68*

* Dit getal is lager dan de 72 individuen uit tabel 3.5, omdat er ook 4 bestuivers zijn gevangen die niet aan een gebied toegekend konden worden.

Op beide terreinen zijn de meeste bestuivers gevonden op het bloemrijke grasland, hoewel Bodegraven met stip bovenaan staat. In Alphen Noord zijn de meer bestuivers aangetroffen in het gemaaide gras, bosrand en verwilderde berm. Voor de laatste twee habitattypes komt dit door de grotere diversiteit aan beplanting zoals in de vorige paragraaf besproken. In sectie D stond op het moment van monitoring de reuzenberenklauw in bloei, die veel aandacht trok.



Figuur 3.14a. *Andrena subopaca*
(Witkopdwergzandbij)



Figuur 3.14b. *Halictus tumulorum*
(parkbronsgroefbij)

Bron: Nederlands soortenregister (www.nederlandsesoorten.nl)

3.2.3 Discussie

De resultaten van de monitoring laten zien dat met name het bloemrijk grasland (type Bodegraven: halfhoog met veel kruidachtige planten) relatief veel kruidachtige, bloeiende plantensoorten huisvest. Op hun beurt trekken deze planten veel bestuivers en andere insecten aan, die de biodiversiteit ten goede komt als onderdeel van de voedselketen.

Hoewel de bosrand en verwilderde berm in Alphen Noord een hoge soortenrijkdom lieten zien in termen van plantensoorten, lag het aantal bestuivers laag. Dit betekent echter niet per se een laag potentieel voor algehele biodiversiteit.

Met name op het AWZI-terrein Alphen Noord zijn er veel mogelijkheden voor biodiversiteit, zelfs vlakbij de technische installaties, zoals de hellingen (figuur 3.14 links boven) of grasstroken (rechts boven) die zowel nestplek als voedsel kunnen opleveren bij goed beheer (zie ook links onder). Het AWZI-terrein in Bodegraven had tevens een vrij groot terrein dat nauwelijks gebruikt wordt en gefaseerd gemaaid. Daardoor was het rijk aan wilde planten en bestuivers (rechts onder).

Opvallend was ook dat er bij de beheerders (vooral Alphen Noord) belangrijke kennis aanwezig is die momenteel niet ingezet wordt om het beheer van het AWZI-terrein biodiversiteit-vriendelijk te maken.



Figuur 3.14: Foto's AWZI-terrein Alphen Noord (linksboven, rechtsboven en linksonder) en AWZI-terrein Bodegraven (rechtsonder)

4 Inzichten, handelingsperspectief en aanbevelingen vervolgonderzoek

4.1 Inzichten en handelingsperspectief

Op basis van dit biodiversiteitsonderzoek volgen hieronder puntsgewijs de conclusies met aanvullende inzichten en handelingsperspectief.

1- Rijnland is medeverantwoordelijk voor stand van de biodiversiteit in Nederland. Rijnland en andere waterschappen beheren grote gebieden van het Nederlandse waterrijke platteland die tevens belangrijk leefgebied voor de Nederlandse biodiversiteit zijn. Herstel van de Nederlandse biodiversiteit is hard nodig en Rijnland kan daar zeker haar steentje aan bijdragen.

2- De kwaliteit van de oever- en watervegetatie in het Rijnlandgebied is de laatste decennia sterk achteruitgegaan. Dit blijkt uit de landelijke gegevens over waterplanten, maar ook uit onze analyses. Het aandeel bijzondere soorten (de 'rode lijstsoorten') is sterk afgenomen sinds 1950, terwijl de exoten een vast aandeel van de watervegetatie uitmaken.

3- Slechts een klein deel van de huidige watervegetatie is van goede kwaliteit. Er zijn 8 typische vegetatiegroepen te onderscheiden, die verschillen in diversiteit en kwaliteit. Vegetatie van hoge kwaliteit is slechts te vinden in 14% van de locaties (kranswiergroep, schedefonteinkruidgroep, leliegroep en grof hoornbladgroep), terwijl vegetatie van matige tot slechte kwaliteit te vinden is in 42% van de locaties (grote egelskopgroep, kroosgroep, rietgroep). Opvallend is het grote aantal locaties (44%) waar vrijwel geen vegetatie te vinden is in het water of aan de oever (de lage bedekking groep). Terwijl daar in veel gevallen een goede reden voor zal zijn, strekt het tot aanbeveling om die locaties tegen het licht te houden en te verkennen of en hoe beheer of inrichting voor verbetering kan zorgen. Dit geldt zowel op kleine schaal (watergangen) als op groter gebiedsniveau (watersystemen).

4- Een aantal abiotische factoren, waaronder nitraat, fosfaat en chloride, bepalen in belangrijke mate de kwaliteit van de vegetatie in de Rijnland wateren. De waterlelie, kranswier en grote egelskop vegetaties komen niet voor op locaties met extreme chloor, fosfaat of nitraat waarden, wat suggereert dat deze groepen gevoelig zijn voor deze drie stoffen. De kroos groep had de hoogste nitraat waarden en was significant hoger dan de riet groep.

5- Inrichting oevers van belang voor vegetatieontwikkeling. De rijkste vegetatie is te vinden is bij de vooroevers en de minste soorten bij de verdedigde oever. Daarom is het van belang om, indien er een keuzemogelijkheid is, voor inrichting van de oever te kiezen voor de meest biodiversiteit-vriendelijke opties. De onverdedigde oever kan op locaties met goede abiotische omstandigheden een rijke vegetatie opleveren, maar komt het meest voor bij kleine sloten die, in veel gevallen, veel nitraat en/of fosfaat bevatten en bedekt zijn door een laag kroos met weinig andere plantensoorten erbij.

6- Bij goed beheer kunnen AWZI-terreinen een belangrijke pleisterplaats voor biodiversiteit zijn. De AWZI-terreinen van Rijnland hebben primair tot doel de technische zuiveringsinstallaties te huisvesten. Echter rond de installaties bevindt zich groene inrichting die veel kansen voor biodiversiteit heeft. Als een eerste pilotstudie hebben we de AWZI-terreinen van Bodegraven (groot terrein met al veel aandacht voor biodiversiteit) en Alphen Noord (kleiner terrein, intensiever beheerd) vergeleken. Vooral de graslanden bleken, bij goed beheer, van groot belang voor wilde planten, bestuivers en andere insecten. Specifieke aandacht voor inrichting en beheer van de groene delen van de AWZI-

terreinen zal de biodiversiteit aldaar sterk kunnen verbeteren. Hierbij gaat het niet altijd om extra geld, maar ook om het betrekken van medewerkers met kennis van zaken bij groenbeheer (bijvoorbeeld de AWZI-beheerder van Alphen Noord zou zijn kennis kunnen delen met andere beheerders en voorstellen doen voor beter groenbeheer).

7- Uit de grote schat aan biodiversiteit- en milieugegevens die Rijnland verzamelt en heeft verzameld kunnen bij nadere analyse belangrijke inzichten voor de verbetering van biodiversiteit in Rijnland worden verkregen. Het voorliggende rapport is hier een goed voorbeeld van. De analyses zijn grotendeels uitgevoerd op basis van eigen gegevens van Rijnland en door de goede samenwerking tussen de Naturalis en Rijnland teams is verkennenderwijs de stand van de waterplanten in kaart gebracht. Tijdens het proces zijn er verschillende aanvullende onderzoeksvragen opgekomen bij onze teams, die in de toekomst beantwoordt zouden moeten worden om een nog beter beeld van de waterecosystemen in Rijnland te krijgen en daarmee tevens aanknopingspunten voor acties in beheer, inrichting en samenwerking voor biodiversiteit. Denk hierbij aan analyse van andere soortengroepen met dezelfde type analyses (bv. macrofauna), verdieping van de analyse in vegetatieclusters en met de KRW-perioden, diepere analyse van de oorzakelijke verbanden tussen abiotische, watergerelateerde factoren en de vegetatie, vergelijking maken met naburige waterschappen of op locatieniveau de KRW-maatlat vergelijken en gebruiken om haalbare ambities vast te leggen. Zie ook 4.2 voor specifieke aanbevelingen voor vervolgonderzoek met betrekking tot data.

8- Het partnerschap dat Rijnland is aangegaan met het Deltaplan Biodiversiteitherstel kan een belangrijke impuls geven voor het op te stellen actieplan biodiversiteit. De kennis die hiervoor nodig is, is grotendeels beschikbaar om de hoek, bij Naturalis en de Universiteit Leiden. We hopen dat dit rapport een extra stimulans is voor onze samenwerking ter versterking van de biodiversiteit in het Rijnlandse werkgebied. Biodiversiteit heeft Rijnland nodig, maar Rijnland kan haar ambitie voor schoon, gezond (be)leefbaar water ons inziens niet halen zonder de natuur als partner te zien en als deel van de oplossing in plaats van deel van het probleem. Rijnland heeft een belangrijke positie en ook opgave voor biodiversiteit en kan al snel grote stappen maken in de richting van het versterken van de biodiversiteit. Het Actieplan kan hierbij helpen. Probeer hierin ook onderscheid te maken tussen de directe en indirecte verantwoordelijkheden en de directe en indirecte invloedssfeer. Actie kan ook samenwerken betekenen (zoals in Groene Cirkels, de Bollenpolder van de Toekomst of het nationaal park Hollandse Duinen) of fungeren als kennismakelaar om anderen in staat te stellen het 'goede' te doen.

4.2 Aanbevelingen vervolgonderzoek

In aanvulling op punt 7 uit paragraaf 4.1 zijn hieronder enkele specifieke aanbevelingen met betrekking tot data beschreven die in een vervolgonderzoek kunnen bijdragen aan een completer beeld van de nulsituatie in het Rijnland werkgebied.

- Behalve waterplanten ook andere plant- en diersoorten includeren in de analyse om uitspraak te kunnen doen over de kwaliteit met betrekking tot biodiversiteit.
- Behalve een nulsituatie, ook een analyse van dezelfde vegetatieclusters en -groepen verder terug in de tijd, op basis van data van Hoogheemraadschap van Rijnland en NDFF.
- Voor de nulsituatie ook NDFF data betrekken bij de vegetatieclustering als aanvullende informatie in de analyse.
- Stroomsnelheid als extra variabele in de analyse.
- Differentiëren van de verschillende compartimentcodes (oeverzone, waterzone, open water, etc) ter verfijning van de analyse.
- Momenteel zijn alleen KRW-waterlichamen getoetst aan de KRW-maatlat. Dit zou kunnen gespecificeerd naar een toetsing per KRW-meetpunt.

- Toetsing en score van de vegetatiecluster en -groepen aan de hand van de KRW-maatlat ter vergelijking met KRW resultaten.

Referentielijst

Charrad, M., Ghazzali, N., Boiteau, V., & Niknafs, A. (2012). NbClust Package: finding the relevant number of clusters in a dataset. *J. Stat. Softw.*

De Caceres, M., Legendre, P. (2009). Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. *Ecology*, URL <http://sites.google.com/site/miqueldecaceres/>

Lê S, Josse J, Husson F (2008). "FactoMineR: A Package for Multivariate Analysis." *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1–18. doi: 10.18637/jss.

Matthew C. Fitzpatrick, Karel Mokany, Glenn Manion, Matthew Lisk, Simon Ferrier and Diego Nieto-Lugilde (2020). gdm: Generalized Dissimilarity Modeling. R package version 1.4.2. <https://CRAN.R-project.org/package=gdm>

R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Rijnland (2019) Water Raakt Ons - De verbindende kracht van water bij de inrichting van een veilig en toekomstbestendig Rijnland. <https://www.rijnland.net/over-rijnland/bestuur/downloads-bestuur/printversie-rijnland-coalitieakkoord-2019-2023.pdf>

Rijkswaterstaat (2014) Richtlijn KRW Monitoring Oppervlaktewater en Protocol Toetsen & Beoordelen

Taiyun Wei and Viliam Simko (2017). R package "corrplot": Visualization of a Correlation Matrix (Version 0.84). Available from <https://github.com/taiyun/corrplot>

Atlas Van Plantengemeenschappen In Nederland (2005)- E.J. Weeda J.H.J. Schaminee, L. van Duuren, Joop Schaminee, ISBN 9789050111973, Knnv Uitgeverij

Bijlage 1: Samenvatting presentatie en rapport

Korte samenvatting van de presentatie Rijnland & Biodiversiteit

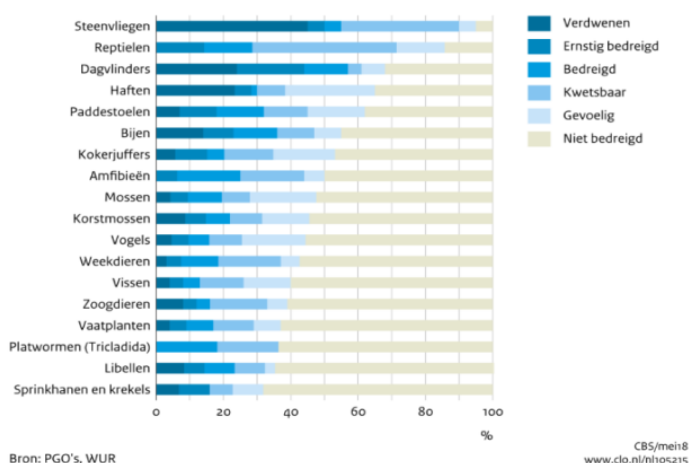
Samenvatting van de presentatie met toelichting “Rijnland & Biodiversiteit”, gehouden door Prof. Dr. Koos Biesmeijer van Naturalis op woensdag 9 september 2020 in de commissies WW en VW.



Stand van zaken biodiversiteit in Nederland

Onlangs is het nieuwe Living Planet Rapport (<https://livingplanet.panda.org/en-gb/>) van het Wereld Natuur Fonds uitgekomen en helaas laat dat wederom zien dat de biodiversiteit in de wereld zwaar onder druk staat. Ook laat het zien dat er kans op herstel is als we echt willen. De situatie in Nederland is eigenlijk nog slechter en we kunnen wel zeggen dat Nederland wereldkampioen biodiversiteitsverlies (<https://www.clo.nl/onderwerpen/biodiversiteit>) is. Zie ook [Hyperlink 1 Koos Biesmeijer](#), [Hyperlink 2 Koos Biesmeijer](#).

Percentage bedreigde soorten per soortgroep

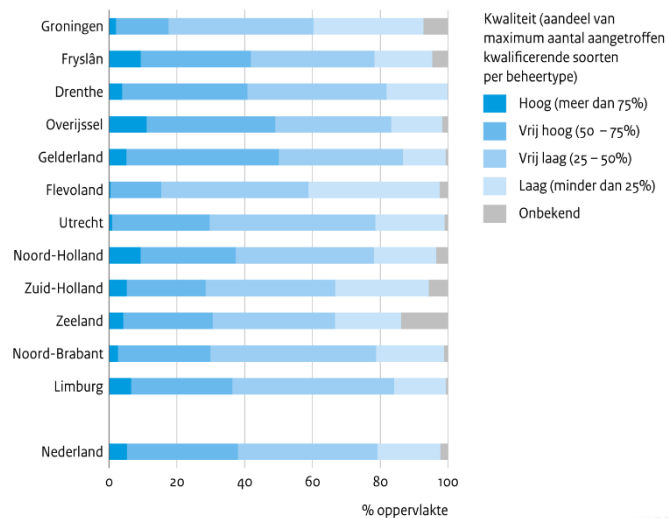


Recent werd duidelijk dat in minder dan 30 jaar de kilo's insecten in ons landschap met 75% zijn afgenomen. [Hyperlink 3 Koos Biesmeijer](#). Dat is problematisch omdat veel vogels, vissen en andere soorten afhankelijk zijn van de insecten, terwijl onder de insecten bestuivers en natuurlijke vijanden zitten die van groot belang zijn voor onze landbouw. Als we naar soorten kijken dan is het aandeel bedreigde soorten (blauw in figuur hiernaast) veel groter dan wereldgemiddelde van ongeveer 15%. Voor vlinders, bijen en reptielen is dit meer dan 50% en voor vissen, vogels, amfibieën en andere groepen meer dan 40% van de soorten

die bedreigd zijn of zelfs al verdwenen. [Hyperlink 4 Koos Biesmeijer](#). Zoals u ziet betreft het ook veel soorten die afhankelijk zijn van het water of waterrijke ecosystemen.

Als we kijken naar de ecosystemen, zien we ook dat de kwaliteit ervan voor een groot deel van Nederland te wensen over laat. Als we de kwaliteit beoordelen aan de hand van een aantal relevante soortgroepen zien we dat in 60-70% van de ecosystemen de kwaliteit laag tot vrij laag is en dus onvoldoende. Het Rijnland gebied, dat binnen Noord en Zuid Holland valt, telt minder dan 10% ecosystemen van hoge kwaliteit. Hierbij moet u denken aan delen van onze natuurgebieden, de duinen en Nieuwkoop en andere plassen. Het totale gebied aan natuur is groter dan die 10%, maar tenminste de helft van de natuurgebieden is niet in goede staat.

Ecosysteemkwaliteit per provincie, 2010 – 2017



Bron: Sovon; FLORON; De Vlinderstichting; bewerking WUR

WUR/jun20
www.dlo.nl/nh61302

Biodiversiteit is van belang voor ons allemaal

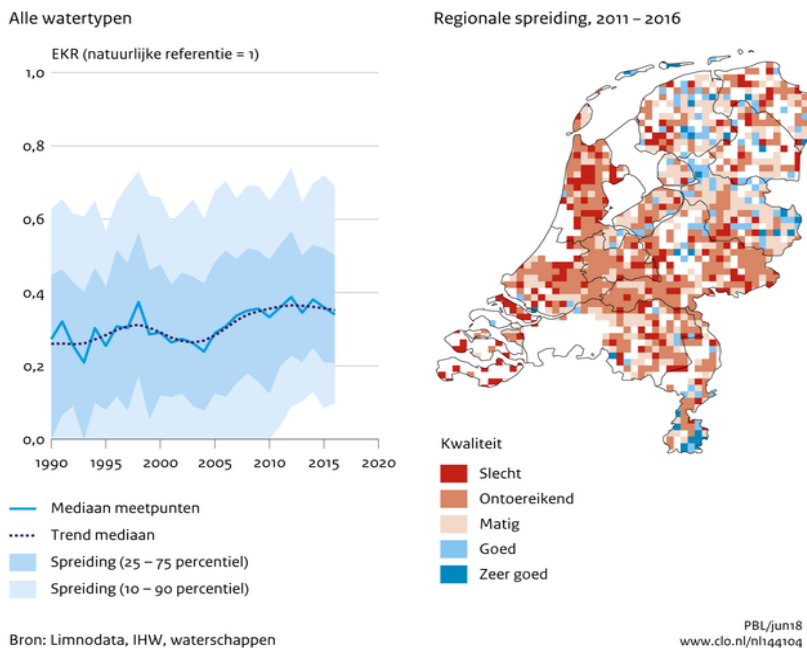
Verlies van biodiversiteit is niet een hobby van natuur freaks, het is iets dat ons allemaal raakt. Zo maakt de Nederlandse Bank zich grote zorgen over de financiële consequenties van biodiversiteitsverlies en geven andere banken en pensioenfondsen aan dat het de kern van hun activiteiten in gevaar brengt. Biodiversiteit in Nederland herstelt zich niet vanzelf. Het vraagt om een systeemverandering die we samen aan moeten pakken. Dat dit beeld breed leeft wordt duidelijk uit het Deltaplan (www.samenvoorbiodiversiteit.nl) voor Biodiversiteitsherstel. De partners van het Deltaplan, waaronder boeren, terreinbeheerders, particulieren, bedrijven, waterschappen, onderzoekers en overheden zetten zich in voor een Nederland waar mensen én natuur zich kunnen ontplooien. Zodat Nederland een voorbeeld kan worden van een dichtbevolkte delta waar biodiversiteit en economische ontwikkeling samengaan. De ambitie van het Deltaplan is biodiversiteitsverlies in Nederland om te buigen naar biodiversiteitsherstel. Het Hoogheemraadschap van Rijnland is onlangs ook partner geworden van het Deltaplan en heeft zich gecommitteerd aan die ambitie. [Hyperlink 5 Koos Biesmeijer](#) Het Deltaplan is zeer verheugd met de toetreding van Rijnland, immers Nederland is een waterland en in Nederland kan natuurbeheer niet losgezien worden van waterbeheer. De kerntaak van Rijnland, schoon en gezond water, is een randvoorwaarde voor een gezonde natuur.

Rijnland en biodiversiteit: waar staan we nu?

Als onderdeel van de invulling van het haar coalitieakkoord op het gebied van biodiversiteit heeft Rijnland aan Naturalis de opdracht gegeven om een beeld te vormen van de stand van zaken m.b.t. de biodiversiteit in Rijnland. Immers het coalitieakkoord (p.12) stelt: *“Aansluitend aan de visie, het maatregelenpakket en de planning van de KRW brengen we in kaart hoe de biodiversiteit in het gebied van Rijnland ervoor staat en zich verder ontwikkelt als startpunt voor een verder gesprek”*.

De eerste stap hierbij is bepalen waar we het precies over hebben. Immers biodiversiteit is het totaal aan soorten, hun interacties en de ecosystemen waar ze in voorkomen. In Nederland hebben we het dan over ongeveer 45,000 soorten (bacteriën en andere eencelligen niet meegeteld). Om focus aan te brengen kijken we naar de huidige stand van vooral de waterplanten en een beetje naar de gehele ecosystemen. De focus op waterplanten is logisch omdat ze de basis vormen van de ecosystemen, de plantengroei een sterke link heeft met de waterkwaliteit, er goede gegevens over waterplanten beschikbaar zijn bij Rijnland en elders, en tenslotte ook omdat er handelingsperspectief is voor beheer en inrichting voor vegetatie.

Kwaliteit waterplanten ten opzichte van natuurlijke referentie



Bron: Limnodata, IHW, waterschappen

dat goede kwaliteit in het westen van het land zelden bereikt wordt. Het is niet zo dat een score van 1 overall mogelijk is, het landgebruik (landbouw, infrastructuur, bedrijvigheid, bebouwde omgeving) heeft dermate veel impact op de kwaliteit dat een goede staat moeilijk te bereiken is. Overigens is het, mijns inziens, geen toeval dat de gemiddelde kwaliteit langzaam hoger wordt. Er is, door de enorme inspanningen op het gebied van zuivering, beheer en inrichting, enorm veel verbeterd en ook het landgebruik is op vele locaties minder milieubelastend geworden. Kortom: als we willen kunnen we de kwaliteit echt verbeteren!

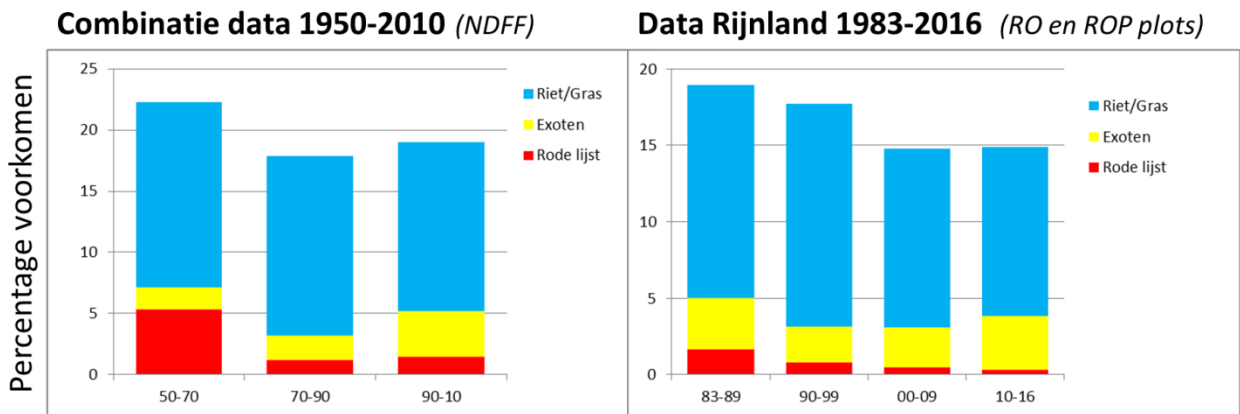
Het Naturalis onderzoek: Waterplanten in Rijnland

Nu naar het Rijnland gebied. Op basis van de gegevens die het Hoogheemraadschap van Rijnland zelf verzameld heeft aangevuld met data uit de Nederlandse Database Flora en Fauna (NDFF) hebben we een analyse gemaakt van de stand van de waterplanten in de afgelopen decennia en ook de huidige stand van zaken. Ook hebben we geanalyseerd welke factoren een verband vertonen met bepaalde vegetaties en vooral ook of we kunnen duiden waar en waarom op sommige goede kwaliteit en op ander minder goede of slechte kwaliteit van waterplanten voorkomt. De uitgebreide analyse is te vinden in ons onderzoeksrapport dat vanaf oktober beschikbaar is. Daarin zijn ook alle details te vinden over de gevolgde systematiek, de herkomst van de gegevens en de analytische aanpak. Hieronder volgt een korte blik om enkele van de belangrijkste bevindingen.

We beginnen op een hoger, beleidsrelevant, niveau waarbij de focus ligt op *rode lijst soorten*, dat zijn soorten die bescherming nodig hebben, op *exoten*, soorten die aandacht behoeven omdat ze soms invasief worden en er een wettelijke verplichting kan zijn om ze te verwijderen, en de *rietkraag* of rietgrasvegetatie omdat deze vaak een dominante en stabiele vegetatie vormt.

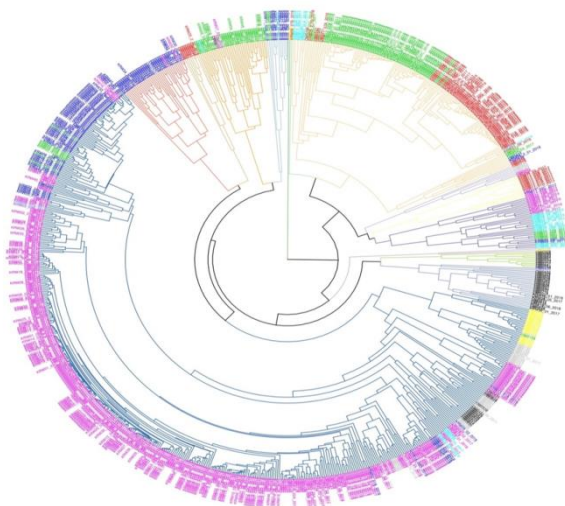
Het landelijke beeld over de stand van de waterplanten is verre van rooskleurig. [Hyperlink 6 Koos Biesmeijer](#)

In de figuur hiernaast wordt duidelijk dat de hoge kwaliteit van een natuurlijke situatie (de 'natuurlijke referentie' die op 1 gezet wordt), zelden gehaald wordt in Nederland en dat de gemiddelde kwaliteit langzaam gestegen is van ongeveer 0.3 tot bijna 0.4, dus 40% van de natuurlijke kwaliteit. Het kaartje laat zien dat een slechte kwaliteit van de waterplanten in het hele land voorkomt, maar ook



Als we kijken op hoeveel locaties rode lijst soorten gevonden worden, zie we dat dit sinds 1950 afgenomen is van 5% naar minder dan 1% (Rijnland data 2010-2016) en dat de standaard monitoring van Rijnland een afname van meer dan 50% laat zien sinds het begin van de waarnemingen in 1983. Zeldzame soorten zijn bijna niet meer te vinden in het Rijnland gebied. Exoten (de gele balken) zijn sinds ongeveer 1980 op een flink deel van de locaties te vinden (ongeveer 4%), terwijl ze rond 1950 nog nauwelijks voorkwamen. Dit betekent een flinke opgave voor beheer en verwijdering van soorten. Dat deze verschuivingen niet een bij-effect van de data is laat het aandeel riet en rietgras zien. Het is steeds de belangrijkste fractie van waterplanten in het gehele gebied en komt op in ongeveer 15% van de locaties voor.

De volgende stap is om naar de samenstelling van de vegetatie te kijken op individuele locaties. Immers, een vegetatie kan er door dominantie van enkele soorten hetzelfde uitzien (bijvoorbeeld nog steeds een rietkraag of drijvende waterlelies), terwijl andere soorten er niet meer voorkomen.

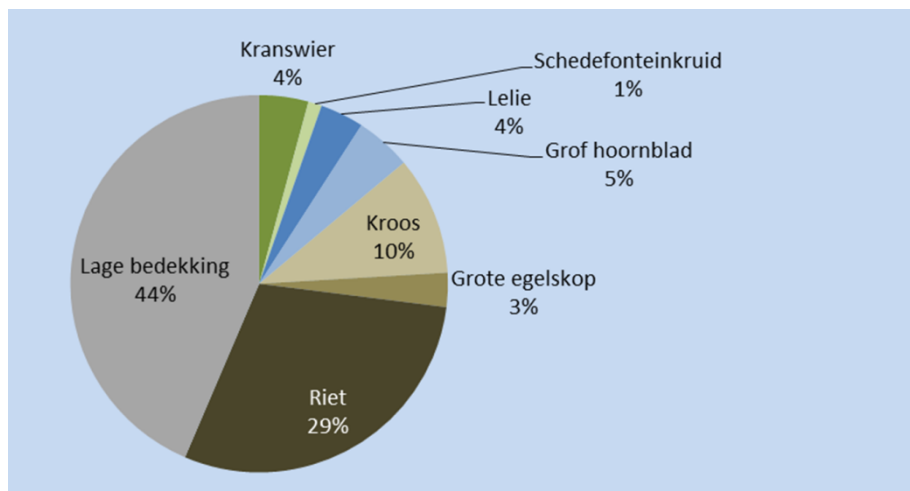


Rijnland heeft detail gegevens over de waterplanten van meer dan 900 locaties. Dit geeft geen beeld van verandering in de tijd, maar geeft wel een beeld van de huidige stand van de waterplantenvegetatie in Rijnland. Op basis van de samenstelling kunnen de locaties vergeleken worden met elkaar (zie figuur hiernaast waar elk label aan de buitenrand 1 locatie is en de verbanden tussen de locaties aangegeven worden door de lijnen die vanaf het midden gaan (vergelijkbaar met de figuren die nu te zien zijn over de verschillende vormen van Covid-19 die bij mensen gevonden zijn). De samenstelling van de vegetatie is vervolgens

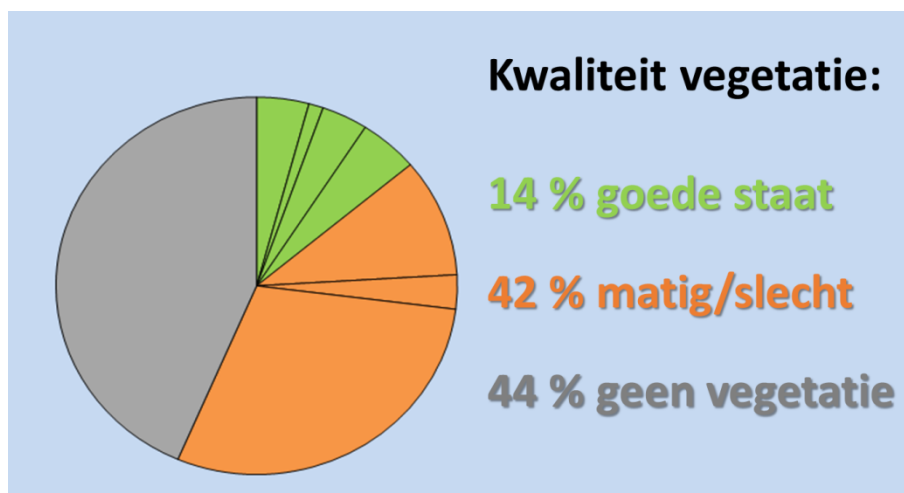
vergeleken met de atlas van de Nederlandse vegetatiegemeenschappen, waarin in detail beschreven staat welke verbanden er zijn en wanneer een vegetatie van goede kwaliteit is (oftewel welke soorten erin te verwachten zijn bij goede kwaliteit). Op grond daarvan onderscheiden we 7 typen vegetatie en een 8^e groep (Lage bedekking: 44% van de locaties) waar vrijwel geen planten voorkomen. De 7 groepen zijn als volgt te karakteriseren (zie figuur hieronder waarin % het percentage locaties aangeeft waarin dit vegetatietype voorkomt:

Kranswier: een soortenrijke vegetatie van helder water met vaak nog bijzondere soorten karakteristiek voor goede waterkwaliteit, waaronder kranswieren.

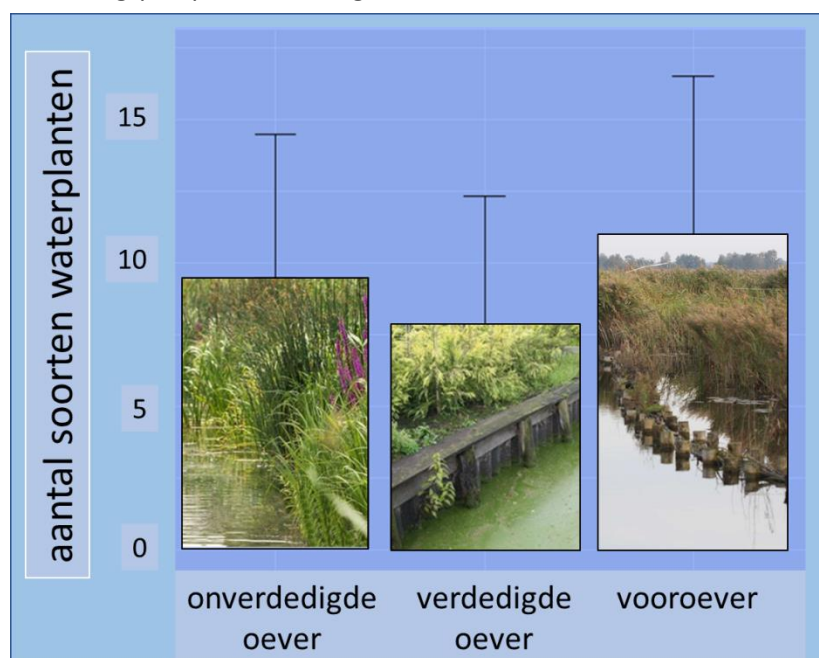
- Schedefonteinkruid: op enkele locaties voorkomende soortenrijke vegetatie in helder water waarin schedefonteinkruid vaak dominant is.
- Lelie: een gemeenschap van drijvende planten waaronder waterlelie en gele plomp met soms pijlkruid en andere zeldzamere planten.
- Grof hoornblad: een gemeenschap van redelijk helder water, met minder soorten dan de bovengenoemde gemeenschappen, waarschijnlijk als gevolg van de hogere voedselrijkheid.
- Kroos: De welbekende kroosloten van voedselrijke plaatsen, gedomineerd door een vaak dikke laag kroos, waardoor er nauwelijks waterplanten op de bodem kunnen leven.
- Grote egelskop: Oevervegetatie waarin naast riet en rietgras ook nog andere algemene soorten voorkomen zoals de grote egelskop, watermunt of bitterzoet. Soortenrijke oevervegetatie, elders in het land nog vrij veel voorkomend, is in Rijnland tegenwoordig vrijwel afwezig.
- Riet: Deze groep staat voor de soortenarme rietkragen (of rietgraskragen) waar weinig andere soorten in voorkomen.



Als we deze gemeenschappen en hun samenstelling vertalen naar een kwalitatieve maat, dan ziet het er als volgt uit (zie figuur hieronder): 14% van de locaties heeft een (redelijk) goede staat van waterplanten (groen), 42% bestaat uit soortenarme vegetatie van matige of slechte kwaliteit (oranje), terwijl op 44% van de locaties vrijwel geen vegetatie voorkomt. De laatste groep bevat locaties waarvoor dit logisch is (grotere kanalen, rivieren en diepe wateren), maar ook locaties waar wellicht kansen liggen om de vegetatie te versterken.



Vervolgens is het belangrijk om te begrijpen waarom op sommige plaatsen wel of geen waterplanten voorkomen, waar er een hogere diversiteit is of juist zeldzame planten voorkomen. Er is gekeken naar correlaties tussen de chemische condities (hoeveelheid stikstof, fosfaat, chloride), de fysieke condities (bodem), inrichtingscondities en het voorkomen van waterplanten. Ook is er onderzocht of de huidige analyse verband houdt met de beoordeling volgens de KRW. Al deze gegevens zullen beschikbaar komen in het uitgebreide rapport. Om het verband te kunnen leggen met het handelingsperspectief is er gekozen om hier de relatie tussen het type oever en de rijkdom aan



waterplantensoorten.

We delen de typen oevers in in onverdedigde oever (geen harde beschoeiing aanwezig), verdedigde oever (harde beschoeiing aanwezig) en een vooroever (een vaak doorlatende harde beschoeiing met mogelijkheid voor vestiging van waterplanten erachter).

We zien dat de rijkste vegetatie te vinden is bij een vooroever en de minste soorten bij de verdedigde oever. Dit is op zich niet verrassend, maar belangrijk om hier vast te leggen i.v.m. het handelingsperspectief voor

inrichting.

De Naturalis pilot: AWZI Bodegraven en Alphen Noord

Rijnland heeft veel invloed op biodiversiteit en natuurkwaliteit en niet alleen in en rond het water. Ook bij de 28 AWZI-terreinen liggen wellicht mogelijkheden. Om dit te verkennen is er gevraagd om op twee zeer verschillende AWZI-terreinen te kijken welke biodiversiteit daar voorkwam. In de korte pilotstudie hebben we op 1 dag zeer intensief onderzocht welke planten en bestuivers (bijen en zweefvliegen) er voorkomen op deze twee AWZI-terreinen en hebben tevens een idee gevormd over de mogelijkheden voor verbetering van de biodiversiteit aldaar (voor details zie ons uitgebreide rapport dat later uitkomt). De keuze van de twee AWZI-terreinen werd gedaan door Rijnland en bestond uit:

- (1) AWZI Bodegraven – enkele hectares inclusief soortenrijkgrasland gelegen in het veenweidegebied
- (2) AWZI – Alphen Noord – weinig ruimte rond de installaties, strak gemaaid, maar gelegen in het vrij groene gebied aan de Zegerplas.

Onze hypothese was dat er in Bodegraven meer diversiteit in de wilde planten zou zijn, meer nestgelegenheid en daarom ook meer soorten wilde bijen en zweefvliegen dan in Alphen Noord. Dit bleek ook het geval, we vonden ongeveer twee keer zoveel bijensoorten en meer dan twee keer zoveel zweefvliegsoorten op AWZI Bodegraven als op AWZI Alphen Noord (voor details zie volledige rapport). Opvallend was ook dat er bij de beheerders (vooral Alphen Noord) belangrijke kennis aanwezig is die momenteel niet ingezet wordt om het beheer van de AWZI biodiversiteit-vriendelijk te maken.



Zelfs vlakbij de technische installaties zijn er mogelijkheden voor biodiversiteit, zoals de hellingen (links boven) of grasstroken (rechts boven) die zowel nestplek als voedsel kunnen opleveren bij goed beheer (zie ook links onder). De AWZI Bodegraven had tevens een vrij groot terrein dat nauwelijks gebruikt wordt en gefaseerd gemaaid. Daardoor was het rijk aan wilde planten en bestuivers (rechts onder).

Handelingsperspectief voor versterken biodiversiteit door Rijnland

Bovenstaande analyses geven aan dat er, zowel landelijk als regionaal, urgentie is om samen te werken aan het versterken en verbeteren van de biodiversiteit en de kwaliteit van de natuur. Dit is reeds erkend in het coalitieakkoord en is ook werkelijk mogelijk. Uit onze analyses blijkt (hierboven en uit ons volledige rapport later) dat:

- 1) Rijnland door kritisch te kijken naar beheer en inrichting (bv. oeverbekleding, beheer AWZI-terreinen, maar ook beheer waterkeringen en dijken) op veel plaatsen de biodiversiteit zou kunnen verbeteren. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de wijze van oeverversterking, het maai-beheer.

- 2) Hierbij gaat het niet altijd om extra geld, maar ook om het betrekken van medewerkers met kennis van zaken bij groenbeheer (bv. de AWZI-beheerder van Alphen Noord zou zijn kennis kunnen delen met andere beheerders en voorstellen doen voor beter groenbeheer).
- 3) Het is goed dat de waterschappen onderling ook samen gaan werken op het gebied van biodiversiteit en op deze manier de kennis kunnen delen en de 'best practices' kunnen overnemen van elkaar.

Conclusies en volgende stappen

- 1) Landelijk gaat het met biodiversiteit en natuur niet goed, maar op plekken waar veel inzet en samenwerking is zien we soms lichte verbetering
- 2) De bijzondere biodiversiteit (waterplanten) is vrijwel verdwenen uit het gebied en slechts nog te vinden in de natuurgebieden. Ook plaatsen die er nog 'mooi' uitzien zijn vaak de zeldzame en rode lijst soorten al kwijt.
- 3) Biodiversiteit heeft dus Rijnland nodig, maar Rijnland kan haar ambitie voor schoon, gezond (be)leefbaar water niet halen zonder de natuur als partner te zien en als deel van de oplossing in plaats van deel van het probleem.
- 4) Verbetering van biodiversiteit is mogelijk door beheer en inrichting op plaatsen waar Rijnland zelf de verantwoordelijkheid voor heeft. Hiervoor is het nodig om de kennis van zowel binnen Rijnland als bij kennispartijen en andere partners te bundelen om de kansen zo effectief mogelijk te kunnen benutten.
- 5) Gebruik de kennis en data die er is beter! Het was een groot genoegen om voor dit onderzoek samen te werken en stukje bij beetje te begrijpen hoeveel data er is en wat we er mee kunnen. We werken als Naturalis graag mee in het vervolg!
- 6) De Rijnland opgave voor biodiversiteit (incl. KRW) is onmogelijk alleen te behalen. Bundeling van krachten regionaal en ook nationaal (bv. in de Unie en het Deltaplan Biodiversiteitsterstel) is van groot belang.
- 7) Rijnland heeft een belangrijke positie en ook opgave voor biodiversiteit en kan al snel grote stappen maken in de richting van het versterken van de biodiversiteit. Het Actieplan kan hierbij helpen. Probeer hierin ook onderscheidt te maken tussen de directe en indirecte verantwoordelijkheden en de directe en indirecte invloedssfeer. Actie kan ook samenwerken betekenen (zoals in groene cirkels, de bollenpolder van de toekomst of het nationaal park Hollandse Duinen) of fungeren als kennismakelaar om anderen in staat te stellen het 'goede' te doen.

Bijlage 2: Aangeleverde bestanden Hoogheemraadschap Rijnland

Tabel S.1: Aangeleverde bestanden HHR met korte beschrijving en gebruik				
Nr.	Naam	Korte beschrijving	Gebruikt	Commentaar
01	KRW_chemie.xlsx	Metingen KRW meetpunten fysisch/chemische parameters periode 2009 - 2020; alleen compartiment code OW (open water)	Nee	Niet dezelfde locatie als waterplanten meetpunten
02	KRW_Rijnland_Waterplanten.csv	Waterplanten gemonitord voor KRW bio meetpunten. Meerdere meetpunten per KRW waterlichaam voor periode 2009 - 2020; meerdere compartiment codes	Ja	
03	Meetpunten_KRW.xlsx	KRW Meetpunten met coördinaten en vertaling KRW bio meetpunten	Ja	
04	Meetpunten_OW.xlsx	Overige water (OW) meetpunten met classificaties zoals bodem, breedte, diepte en watertype	Ja	
05	OW_chemie.xlsx	Metingen OW meetpunten fysisch/chemische parameters periode 2015 - 2019, alleen compartiment code OW (open water)	Ja	
06	OW_Rijnland_Waterplanten.csv	Waterplanten gemonitord voor OW meetpunten voor periode 2015 - 2019; meerdere compartiment codes.	Ja	
07	01_KRW Rijnland 2015_def.pdf	Rapportage KADER RICHTIJK WATER 2015 - Resultaten monitoring waterkwaliteit KRW waterlichamen	Naslag	
08	02_Overig_Water__Rijnland_Versie Juli 2018_17.094267.pdf	Rapportage OVERIG WATER Meetnet en Toestand 2015-2016	Naslag	
09	04_Overzicht_Visstand Rijnland LEDN213-19-16-013.811- KRW visstandbeheer.pdf	KRW-visstandonderzoek Overzichtsrapportage 1e KRW-planperiode Hoogheemraadschap van Rijnland 2016	Nee	

Nr.	Naam	Korte beschrijving	Gebruikt	Commentaar
10	05_Overzicht Macrofauna KRW 1500472A18-R16-496 Eindrapport Rijnland 12 juli 2016.pdf	MACROFAUNA IN RIJNLANDS WATER Overzicht KRW-planperiode 2009-2014; Overeenkomsten en verschillen	Nee	
11	06_Overzicht_Biodiversiteit_Macrofauna_ Rijnland_edepotlink_t5909d42c_001_H2 O.pdf	Artikel H2O - Bart Schaub - Biodiversiteit waterdieren opnieuw bekeken	Naslag	
12	07_Meetpunten_KRW_OW_Rijnland.JPG	Overzichtskaartje KRW en OW meetpunten	Naslag	
13	08_Clusterindeling_Rijnland.pdf	Overzichtskaartje bodem clusters Rijnland	Naslag	
14	09_Oeverinventarisatie_Rijnland.pdf	Voorbeeld oever inventarisatie kaartje Leiden	Nee	
15	10_Paling_KRW_svez_2016.pdf	Kaartje Biomassa van Aal	Nee	Niet relevant voor dit onderzoek
16	11_190822 BKP Piekberging def hr.pdf	Beeldkwaliteitsplan Piekberging Haarlemmermeer 2019	Nee	Niet relevant voor dit onderzoek
17	Bijlage_4_OW_2018_2019_IM. csv	Metingen OW meetpunten fysisch/chemische parameters periode 2018- 2019, alleen compartiment code OW (open water)	Nee, zie 5	
18	Bijlage_5_HHRS van Rijnland_20200204140241.csv	Waterplanten gemonitord voor OW meetpunten voor periode 2018 - 2019; meerdere compartiment codes.	Nee, zie 6	
19	HHR waterplanten studie.gdb	ArcGIS geodatabase met KRW waterlichaam polygonen, Grens HHR, meetpunten STOWA, watergang stroomrichting. overig water lijnen	Gedeeltelijk	
20	13_130_2019_OW_20190704101458.zip	met drie bestanden: KRW-chemie meetwaarde. KRW-oordeel en KRW toestresultaat chemie voor KRW meetpunten en biomonitoringspunten periode 2012-2018. Oordelen vertaald naar KRW waterlichamen voor 2008 en 2012	Nee	

Nr.	Naam	Korte beschrijving	Gebruikt	Commentaar
21	toetsresultaten_fyschem_2020-05-07	Fysisch chemische toetsresultaten voor OW meetpunten voor periode 2015-2019 - alleen OW compartiment code	Ja	
22	export_fyschem.csv	Oordelen nav toetsing van fysieke chemische resulaten voor OW meetpunten voor periode 2015-2019 - alleen OW compartiment code	Nee	
23	toetsresultaten_biologie_2020-05-07.csv	biologische toetsresultaten en oordeel voor OW meetpunten voor periode 2015-2019 waaronder waterplanten etc. voor meerdere parameters en voor meerdere compartiment codes	Ja	
24	OverigWater_bio_MCED_20200420_res6.csv	biologische toetsresultaten (zonder oordeel) voor OW meetpunten voor periode 2015-2019 voor meerdere compartiment codes	Nee	
25	KRW_oevertime.xlsx	Oevertypes voor KRW waterlichamen als meetpunten in periode 2011-2012	Ja	
26	oeversw2011.shp en oeversw2012.shp	oevertime vegetaties voor KRW waterlichamen (lijnvormig)	Nee	
27	KRW_Meetwaarden_MFT_2019.xlsx	Macrofyten metingen voor KRW biomonitoringspunten voor periode 2014-2019	Nee (zie 2)	
28	KRW_Toetsresultaat_OVWFLORA_tm_2019.xlsx	Toetsresultaten voor KRW waterlichamen gebaseerd op KRW biomonitoringspunten voor periode 2009-2019 alleen compartimentcode OW	Nee	
29	KRW_Oordeel_OVWFlora_2019.xlsx	Toetsoordelen voor samengevoegde KRW biomonitoringspunten per KRW waterlichaam voor periode 2009-2019 alleen compartimentcode OW	Nee	
30	Waterplanten_KRW01_Joppe_2010_2013_2016_2019_IM.csv t/m Waterplanten_KRW47_Trekvaartsysteem_2013_2017_IM.csv	KRW invoerbestanden met alle macrofyten data per waterlichaam inclusief alle KRW biomonitoringspunten	Nee, maar zie 2	

Nr.	Naam	Korte beschrijving	Gebruikt	Commentaar
31	1-HHRS van Rijnland_omgevingsvariabelen	Bestanden met verklarende variabelen voor alle waterplanten in KRW en OW opnames zoals diepte, breedte, doorzicht, lengte en hoogte slib voor per jaar voor periode 2009-2019	Nee	

Bijlage 3: Overzicht geaggregeerde datasets modellering

Tabel S.2: Overzicht geaggregeerde datasets die zijn gebruikt bij de modellering, inclusief beschrijving en doeleinde.

Nr	Naam	Beschrijving	Doeleinde
1	Overzicht_aangeleverde_parameters_2009_2020_HHR.xls	Overzichten van alle variabelen welke geleverd voor OW en KRW meetpunten voor zowel waterplanten als chemie in kruistabel vorm	Inzicht welke variabelen bruikbaar zijn voor verder gebruik in de analyses voor HHR. Hierbij ook gekeken of voldoende gemeten over meetpunten en jaren.
2	Tabel_parameters_jaar_chemie_waterplanten.xlsx	Tabel met de link van chemie en waterplanten variabelen voor de OW meetpunten per jaar	Gebruikt voor de eerste analyse clusters OW meetpunten OW inclusief relatie met chemie, totaal tabel met alle unieke waarden welke ten grondslag liggen van product 3 in deze tabel.
3	Tabel_parameters_jaar_chemie_waterplanten_crosstab_HHR_OW.xlsx	Tabel met de link van chemie en waterplanten variabelen voor de OW meetpunten geaggregeerd per periode. Voor chemie variabelen gemiddelde, range of maximum, en minimum en bij waterplanten maximum	Gebruikt voor de eerste analyse clusters OW meetpunten OW inclusief relatie met chemie.
4	Beschrijving_variabelen_Chemie_waterplanten_HHR_OW.xlsx	Overzicht parameters bij OW chemie inclusief eenheden in product 2 en 3	Documentatie van chemie variabelen product 2 en 3
5	Tabel_parameters_jaar_waterplanten_crosstab_HHR_KRW_2_delen.xlsx	Tabel met overzicht van waterplanten variabelen voor de KRW-biomeetpunten geaggregeerd per periode. Bij waterplanten is maximum gekozen.	Gebruikt voor de tweede analyse clusters OW + KRW bio meetpunten

Hiernaast zijn de bestanden 21, 23 en 25 uit Bijlage 2 ook gebruikt bij de verdere statistische analyses.

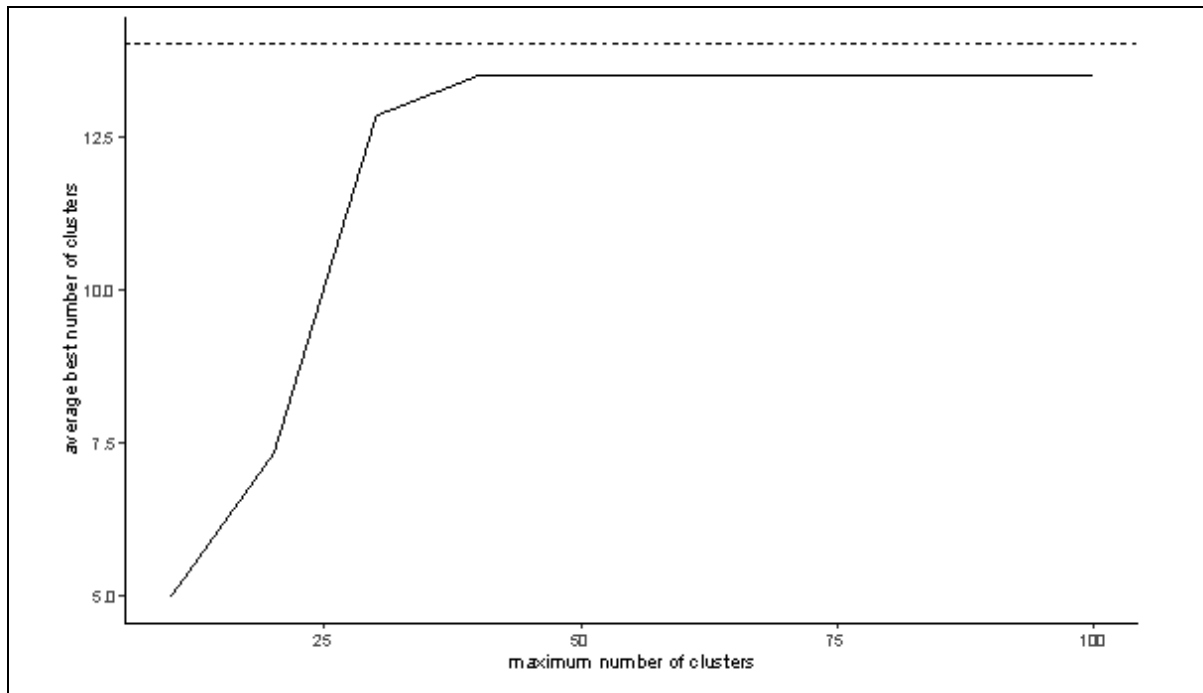
Bijlage 4: Lijst opgevraagde waterplanten bij NDFF

Tabel S.3: Lijst aangevraagde waterplanten voor waarnemingen NDFF o.b.v. KRW en OW data.			
Soortnaam (Latijns)	Soortnaam (Nederlands)	Soortnaam (Latijns)	Soortnaam (Nederlands)
<i>Acorus calamus</i>	Kalmoes	<i>Lemna minor</i>	Klein kroos
<i>Alisma gramineum</i>	Smalle waterweegbree	<i>Lemna minuta</i>	Dwergkroos
<i>Alisma lanceolatum</i>	Slanke waterweegbree	<i>Lemna trisulca</i>	Puntkroos
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Grote waterweegbree	<i>Lemna turionifera</i>	Knopkroos
<i>Alopecurus geniculatus</i>	Geknikte vossenstaart	<i>Lotus pedunculatus</i>	Moerasrolklaver
<i>Apium nodiflorum</i>	Groot moerasscherm	<i>Ludwigia grandiflora</i>	Waterteunisbloem
<i>Azolla filiculoides</i>	Grote kroosvaren	<i>Lycopus europaeus</i>	Wolfspoot
<i>Berula erecta</i>	Kleine watereppe	<i>Lysimachia thyrsoiflora</i>	Moeraswederik
<i>Bidens cernua</i>	Knikkend tandzaad	<i>Lysimachia vulgaris</i>	Grote wederik
<i>Bidens frondosa</i>	Zwart tandzaad	<i>Lythrum salicaria</i>	Grote kattenstaart
<i>Bidens tripartita</i>	Gevleugeld tandzaad	<i>Mentha aquatica</i>	Watermunt
<i>Bolboschoenus laticarpus</i>	Oeverbies	<i>Menyanthes trifoliata</i>	Waterdrieblad
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	Heen of Zeebies	<i>Myosotis scorpioides</i>	Moerasvergeet-mij-nietje
<i>Butomus umbellatus</i>	Zwanenbloem	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Aardvederkruid
<i>Calla palustris</i>	Slangenwortel	<i>Najas marina</i>	Groot nimfkruid
<i>Callitriche obtusangula</i>	Stomphoekig sterrenkroos	<i>Nasturtium microphyllum</i>	Slanke waterkers
<i>Callitriche palustris</i>	Klein sterrenkroos	<i>Nasturtium officinale</i>	Witte waterkers
<i>Callitriche platycarpa</i>	Gewoon sterrenkroos	<i>Nitella flexilis</i>	Buigzaam glanswier
<i>Caltha palustris</i>	Gewone dotterbloem	<i>Nitella mucronata</i>	Puntdragend glanswier
<i>Carex acuta</i>	Scherpe zegge	<i>Nitellopsis obtusa</i>	Sterkranswier
<i>Carex acutiformis</i>	Moeraszegge	<i>Nuphar lutea</i>	Gele plomp
<i>Carex otrubae</i>	Valse voszegge	<i>Nymphaea alba</i>	Witte waterlelie
<i>Carex panicea</i>	Blauwe zegge	<i>Nymphoides peltata</i>	Watergentiaan
<i>Carex paniculata</i>	Pluimzegge	<i>Oenanthe aquatica</i>	Watertorkruid
<i>Carex pseudocyperus</i>	Hoge cyperzegge	<i>Oenanthe fistulosa</i>	Pijptorkruid
<i>Carex riparia</i>	Oeverzegge	<i>Pedicularis palustris</i>	Moeraskartelblad
<i>Carex vulpina</i>	Voszegge	<i>Persicaria amphibia</i>	Veenwortel
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Grof hoornblad	<i>Persicaria hydropiper</i>	Waterpeper
<i>Ceratophyllum submersum</i>	Fijn hoornblad	<i>Persicaria maculosa</i>	Perzikkruid
<i>Chara aspera</i>	Ruw kransblad	<i>Peucedanum palustre</i>	Melkeppe
<i>Chara contraria</i>	Brokkelig kransblad	<i>Phalaris arundinacea</i>	Rietgras
<i>Chara globularis</i>	Breekbaar kransblad	<i>Phragmites australis</i>	Riet
<i>Chara hispida</i>	Stekelharig kransblad	<i>Pistia stratiotes</i>	Watersla
<i>Chara vulgaris</i>	Gewoon kransblad	<i>Polytrichum commune</i>	Gewoon haarmos
<i>Cicuta virosa</i>	Waterscheerling	<i>Pontederia cordata</i>	Moerashyacynth
<i>Cirsium palustre</i>	Kale jonker	<i>Potamogeton acutifolius</i>	Spits fonteinkruid

<i>Cladium mariscus</i>	Galigaan	<i>Potamogeton compressus</i>	Plat fonteinkruid
<i>Cladophora albida</i>	Rotswier	<i>Potamogeton crispus</i>	Gekroesd fonteinkruid
<i>Cladophora brasiliana</i>	Rotswier	<i>Potamogeton lucens</i>	Glanzend fonteinkruid
<i>Cladophora coelothrix</i>	Rotswier	<i>Potamogeton mucronatus</i>	Puntig fonteinkruid
<i>Cladophora conferta</i>	Rotswier	<i>Potamogeton natans</i>	Drijvend fonteinkruid
<i>Cladophora crispula</i>	Rotswier	<i>Potamogeton obtusifolius</i>	Stomp fonteinkruid
<i>Cladophora dalmatica</i>	Rotswier	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Schedefonteinkruid
<i>Cladophora delicatula</i>	Rotswier	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Doorgroeid fonteinkruid
<i>Cladophora flexuosa</i>	Rotswier	<i>Potamogeton polygonifolius</i>	Duizendknoopfonteinkruid
<i>Cladophora fracta</i>	Rotswier	<i>Potamogeton pusillus</i>	Tenger fonteinkruid
<i>Cladophora fuliginosa</i>	Rotswier	<i>Potamogeton trichoides</i>	Haarfonteinkruid
<i>Cladophora globulina</i>	Rotswier	<i>Ranunculus aquatilis</i>	Fijne waterranonkel
<i>Cladophora glomerata</i>	Rotswier	<i>Ranunculus circinatus</i>	Stijve waterranonkel
<i>Cladophora herpestica</i>	Rotswier	<i>Ranunculus flammula</i>	Egelboterbloem
<i>Cladophora hutchinsiae</i>	Rotswier	<i>Ranunculus lingua</i>	Grote boterbloem
<i>Cladophora jongiorum</i>	Rotswier	<i>Ranunculus peltatus</i>	Grote waterranonkel
<i>Cladophora laetevirens</i>	Rotswier	<i>Ranunculus sceleratus</i>	Blaartrekkende boterbloem
<i>Cladophora lehmanniana</i>	Rotswier	<i>Riccia fluitans</i>	Watervorkje
<i>Cladophora liebetruthii</i>	Rotswier	<i>Rorippa amphibia</i>	Gele waterkers
<i>Cladophora liniformis</i>	Rotswier	<i>Rumex aquaticus</i>	Paardenzuring
<i>Cladophora pellucida</i>	Rotswier	<i>Rumex conglomeratus</i>	Kluwenzuring
<i>Cladophora prolifera</i>	Rotswier	<i>Rumex crispus</i>	Krulzuring
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Rotswier	<i>Rumex hydrolapathum</i>	Waterzuring
<i>Cladophora rupestris</i>	Rotswier	<i>Rumex obtusifolius</i>	Ridderzuring
<i>Cladophora sericea</i>	Rotswier	<i>Rumex palustris</i>	Moeraszuring
<i>Cladophora socialis</i>	Rotswier	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	Pijlkruid
<i>Cladophora sp. indet.</i>	Rotswier	<i>Salix alba</i>	Schietwilg
<i>Cladophora submarina</i>	Rotswier	<i>Salix aurita</i>	Geoorde wilg
<i>Cladophora vadorum</i>	Rotswier	<i>Salix cinerea</i>	Grauwe wilg
<i>Cladophora vagabunda</i>	Rotswier	<i>Samolus valerandi</i>	Waterpunge
<i>Dactylorhiza maculata ssp. maculata</i>	Gevlekte orchis	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Mattenbies
<i>Dactylorhiza majalis ssp. praetermissa</i>	Brede orchis	<i>Scirpus sylvaticus</i>	Bosbies
<i>Drepanocladus aduncus</i>	Moerassikkelmos	<i>Scrophularia auriculata</i>	Geoord helmkruid
<i>Drosera rotundifolia</i>	Ronde zonnedaauw	<i>Scrophularia umbrosa</i>	Gevleugeld helmkruid
<i>Eleocharis acicularis</i>	Naaldwaterbies	<i>Scutellaria galericulata</i>	Blauw glidkruid
<i>Eleocharis palustris</i>	Gewone waterbies	<i>Silene flos-cuculi</i>	Echte koekoeksbloem
<i>Elodea canadensis</i>	Brede waterpest	<i>Sium latifolium</i>	Grote watereppe
<i>Elodea nuttallii</i>	Waterpest	<i>Solanum dulcamara</i>	Bitterzoet
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Draadwier	<i>Sonchus palustris</i>	Moerasmelkdistel
<i>Epilobium palustre</i>	Moerasbasterdwederik	<i>Sparganium emersum</i>	Kleine egelskop
<i>Equisetum fluviatile</i>	Holpijp	<i>Sparganium erectum</i>	Grote egelskop

<i>Equisetum palustre</i>	Lidrus	<i>Spirodela polyrhiza</i>	Veelwortelig kroos
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Koninginnekruid	<i>Stachys palustris</i>	Moerasandoorn
<i>Filipendula ulmaria</i>	Moerasspirea	<i>Stellaria palustris</i>	Zeegroene muur
<i>Fontinalis antipyretica</i>	Gewoon bronmos	<i>Stratiotes aloides</i>	Krabbenscheer
<i>Galium palustre</i>	Moeraswalstro	<i>Thalictrum flavum</i>	Poelruit
<i>Glyceria fluitans</i>	Mannagras	<i>Thelypteris palustris</i>	Moerasvaren
<i>Hippuris vulgaris</i>	Lidsteng	<i>Typha angustifolia</i>	Kleine lisdodde
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	Kikkerbeet	<i>Typha latifolia</i>	Grote lisdodde
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Grote waternavel	<i>Utricularia vulgaris</i>	Groot blaasjeskruid
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	Gewone waternavel	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	Blauwe waterereprijs
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>	Waternetje	<i>Veronica beccabunga</i>	Beekpunge
<i>Impatiens capensis</i>	Oranje springzaad	<i>Veronica catenata</i>	Rode waterereprijs
<i>Impatiens glandulifera</i>	Reuzenbalsemien	<i>Wolffia arrhiza</i>	Wortelloos kroos
<i>Iris pseudacorus</i>	Gele lis	<i>Wolffia australiana</i>	Smalle wolffia
<i>Juncus articulatus</i>	Zomprus	<i>Wolffia columbiana</i>	Colombiaanse wolffia
<i>Lemna gibba</i>	Bultkroos	<i>Zannichellia palustris</i>	Brede zannichellia

Bijlage 5: Optimale aantal clusters



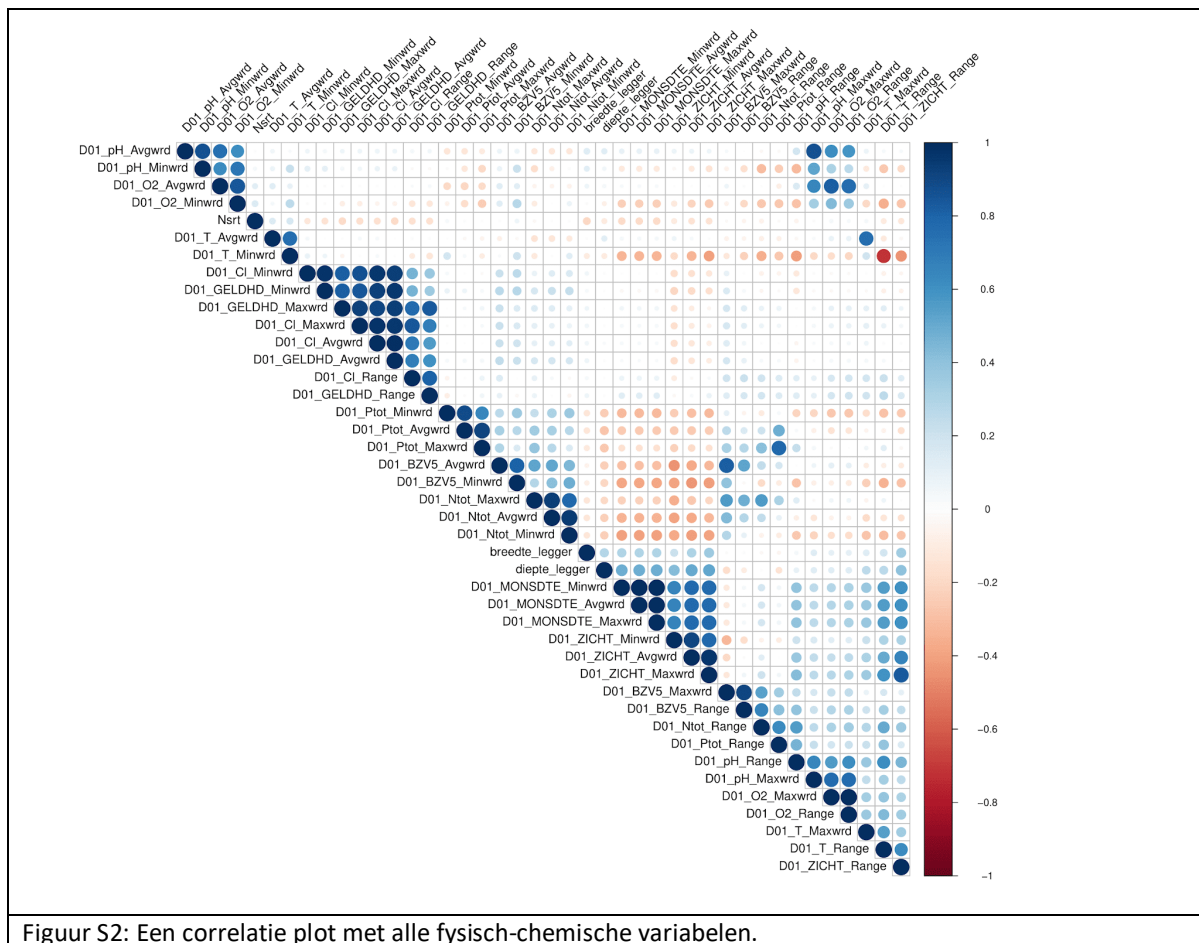
Figuur S1: Het gemiddeld aantal optimale clusters voor verschillende waarden van de maximale aantal geaccepteerde clusters aan de hand van de de Calinsky and Harabasz (CH index), Krzanowski and Lai (KL index), Hartigan index, Silhouette index, estimated gap statistic and Ratkowsky index (Charrad et al. 2012).

Bijlage 6: Beschrijving vegetatieclusters

Tabel S.4: De gemiddelde bedekking van plantensoorten in de clusters, het aantal locaties horend bij de clusters, de diversity index van de clusters, de soortenrijkdom, de indicatorsoorten en de p-waarde van deze indicatorsoorten						
Cluster	Top 5 bedekkende planten	Locaties (waarvan KRW)	Shannon index	Soortenrijkdom	Indicator soorten	p-waarde
1	<i>Sparganium erectum</i> (54.96%) <i>Elodea nuttallii</i> (6.36%) <i>Lemna minor</i> (5.08%) <i>Azolla filiculoides</i> (4.08%) <i>Lemna trisulca</i> (3.84%)	25 (4)	1.54	13	<i>Butomus umbellatus</i> <i>Elodea canadensis</i> <i>Lemna trisulca</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Persicaria hydropiper</i> <i>Rorippa amphibia</i> <i>Sparganium erectum</i>	0.01 0.05 0.02 0.038 0.023 0.026 0.001
2	<i>Phragmites australis</i> (95.12%) <i>Chara vulgaris</i> (8.94%) <i>Ceratophyllum demersum</i> (2.55%) <i>Lemna minuta</i> (2.12%) <i>Typha angustifolia</i> (1.81%)	77 (54)	0.7	7.66	<i>Chara vulgaris</i> <i>Phragmites australis</i>	0.019 0.001
3	<i>Elodea nuttallii</i> (73.47%) <i>Phragmites australis</i> (9.14%) <i>Lemna minor</i> (5.06%) <i>Spirodela polyrhiza</i> (4.81%) <i>Sparganium erectum</i> (4.47%)	36 (9)	1.34	12.61	<i>Elodea nuttallii</i>	0.001
4	<i>Phragmites australis</i> (27.46%) <i>Typha angustifolia</i> (11.29%) <i>Eupatorium cannabinum</i> (5.62%) <i>Nuphar lutea</i> (1.78%) <i>Salix</i> (1.77%)	78 (70)	1.19	7.05	<i>Eupatorium cannabinum</i> <i>Typha angustifolia</i>	0.008 0.004
5	<i>Nuphar lutea</i> (51%) <i>Phragmites australis</i> (15.1%) <i>Typha angustifolia</i> (5.62%) <i>Salix</i> (3.86%) <i>Ceratophyllum demersum</i> (3.19%)	21 (18)	1.42	10.57	<i>Nuphar lutea</i> <i>Salix</i> <i>Scutellaria galericulata</i>	0.001 0.042 0.035
6	<i>Nymphaea alba</i> (59.09%) <i>Phragmites australis</i> (25.27%) <i>Nuphar lutea</i> (5.64%) <i>Carex riparia</i> (4.27%) <i>Typha angustifolia</i> (2.64%)	11 (9)	1.37	10.82	<i>Bidens</i> <i>Carex riparia</i> <i>Filipendula ulmaria</i> <i>Lythrum salicaria</i> <i>Nymphaea alba</i>	0.046 0.017 0.023 0.014 0.001
7	<i>Lemna minor</i> (84.87%) <i>Spirodela polyrhiza</i> (13.91%) <i>Lemna gibba</i> (9.43%) <i>Lemna minuta</i> (8.74%) <i>Wolffia</i> (7.78%)	23 (0)	1.02	7	<i>Lemna minor</i> <i>Wolffia</i>	0.001 0.027
8	<i>Lemna minor</i> (28.68%) <i>Lemna minuta</i> (11.95%) <i>Spirodela polyrhiza</i> (10.12%) <i>Lemna gibba</i> (7.33%) <i>Ceratophyllum demersum</i> (7.22%)	40 (5)	1.66	9.78	<i>Lemna minuta</i> <i>Lemna turionifera</i> <i>Spirodela polyrhiza</i> <i>Wolffia columbiana</i>	0.017 0.006 0.025 0.006
9	<i>Lemna gibba</i> (65.67%) <i>Lemna minor</i> (7.33%) <i>Ceratophyllum demersum</i> (6.83%) <i>Sparganium erectum</i> (6.12%) <i>Spirodela polyrhiza</i> (5.83%)	24 (0)	1.4	10.08	<i>Berula erecta</i> <i>Lemna gibba</i> <i>Wolffia arrhiza</i>	0.047 0.001 0.001

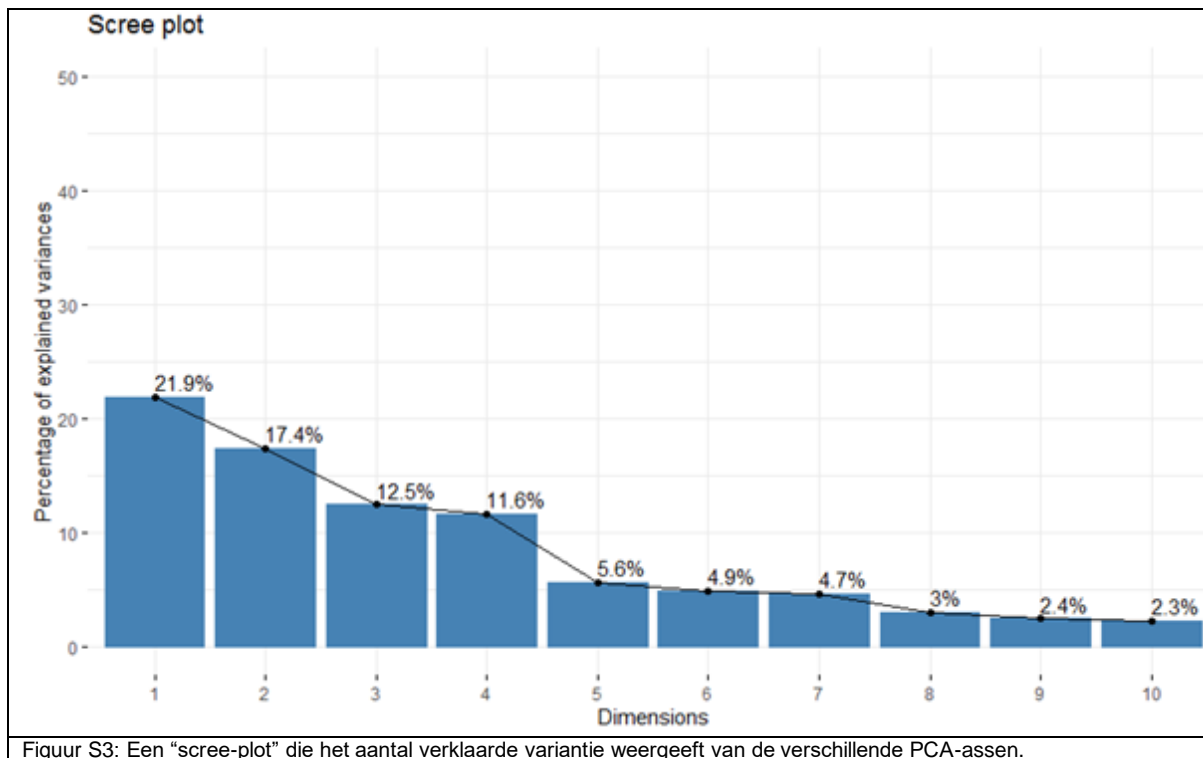
Cluster	Top 5 bedekkende planten	Locaties (waarvan KRW)	Shannon index	Soortenrijkdom	Indicator soorten	p-waarde
10	<i>Potamogeton pectinatus</i> (61%) <i>Ceratophyllum demersum</i> (9.6%) <i>Callitriche</i> (8.8%) <i>Nymphoides peltata</i> (7%) <i>Phragmites australis</i> (5.8%)	10 (2)	1.19	9.1	<i>Callitriche</i> <i>Cladium mariscus</i> <i>Potamogeton pectinatus</i>	0.001 0.025 0.001
11	<i>Phragmites australis</i> (68.69%) <i>Nuphar lutea</i> (2.92%) <i>Typha angustifolia</i> (2.84%) <i>Ceratophyllum demersum</i> (2.32%) <i>Lemna minor</i> (2.26%)	88 (74)	0.97	7.68	Geen indicatoren	-
12	<i>Ceratophyllum demersum</i> (66.34%) <i>Lemna minor</i> (8.61%) <i>Elodea nuttallii</i> (5.78%) <i>Phragmites australis</i> (5.29%) <i>Spirodela polyrhiza</i> (4.44%)	41 (6)	1.38	10.9	<i>Ceratophyllum demersum</i>	0.001
13	<i>Phragmites australis</i> (90.56%) <i>Elodea nuttallii</i> (50%) <i>Myriophyllum spicatum</i> (13.56%) <i>Nuphar lutea</i> (7.78%) <i>Ceratophyllum demersum</i> (7.33%)	9 (7)	1.36	8.78	<i>Myriophyllum spicatum</i>	0.001
14	<i>Salix</i> (2.34%) <i>Ceratophyllum demersum</i> (1.78%) <i>Phragmites australis</i> (1.59%) <i>Elodea nuttallii</i> (1.51%) <i>Nuphar lutea</i> (1.36%)	373 (199)	1.31	7.69	Geen indicatoren	-

Bijlage 7: Correlatie fysisch-chemische variabelen

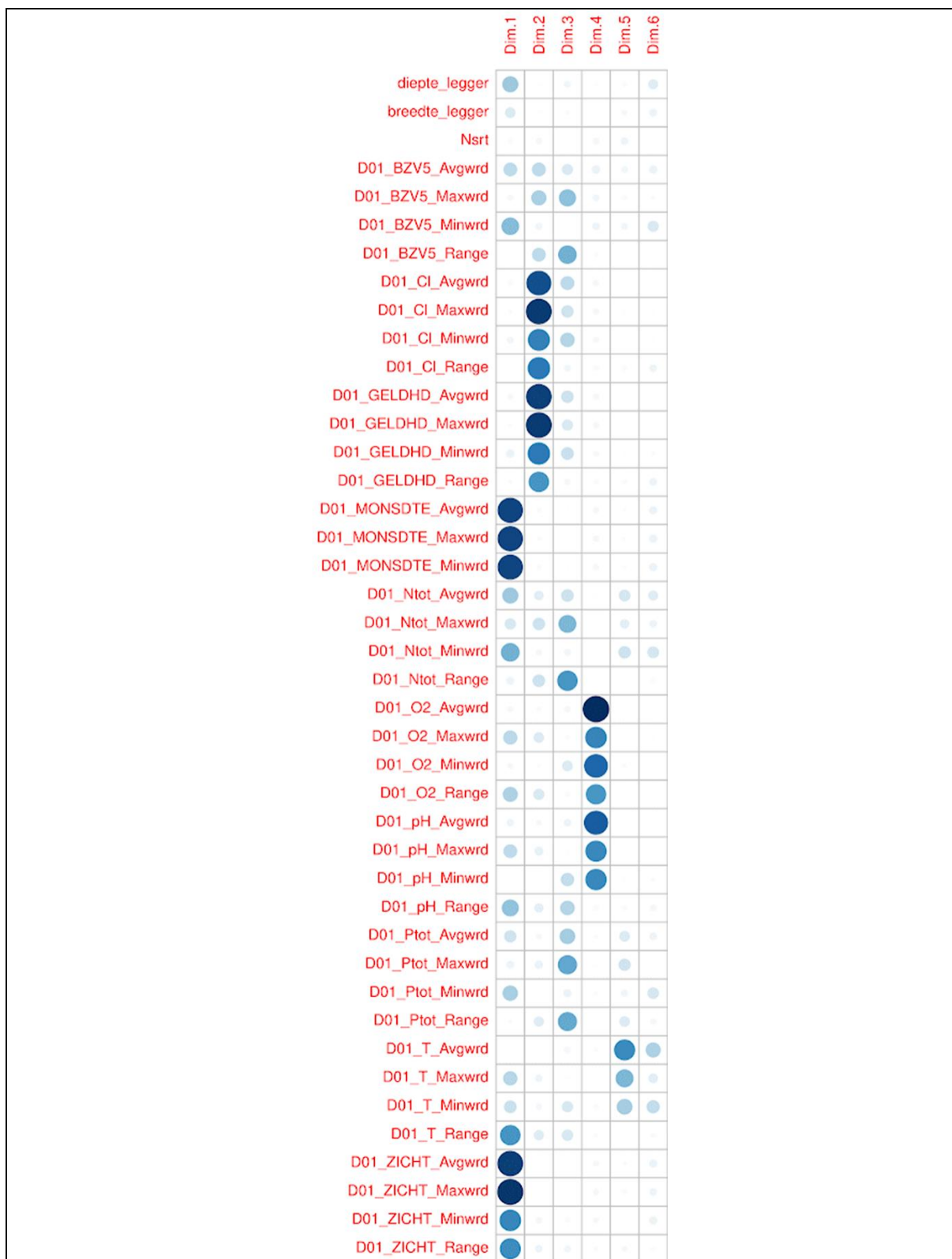


Figuur S2: Een correlatie plot met alle fysisch-chemische variabelen.

Bijlage 8: Verklarende variatie PCA-analyse

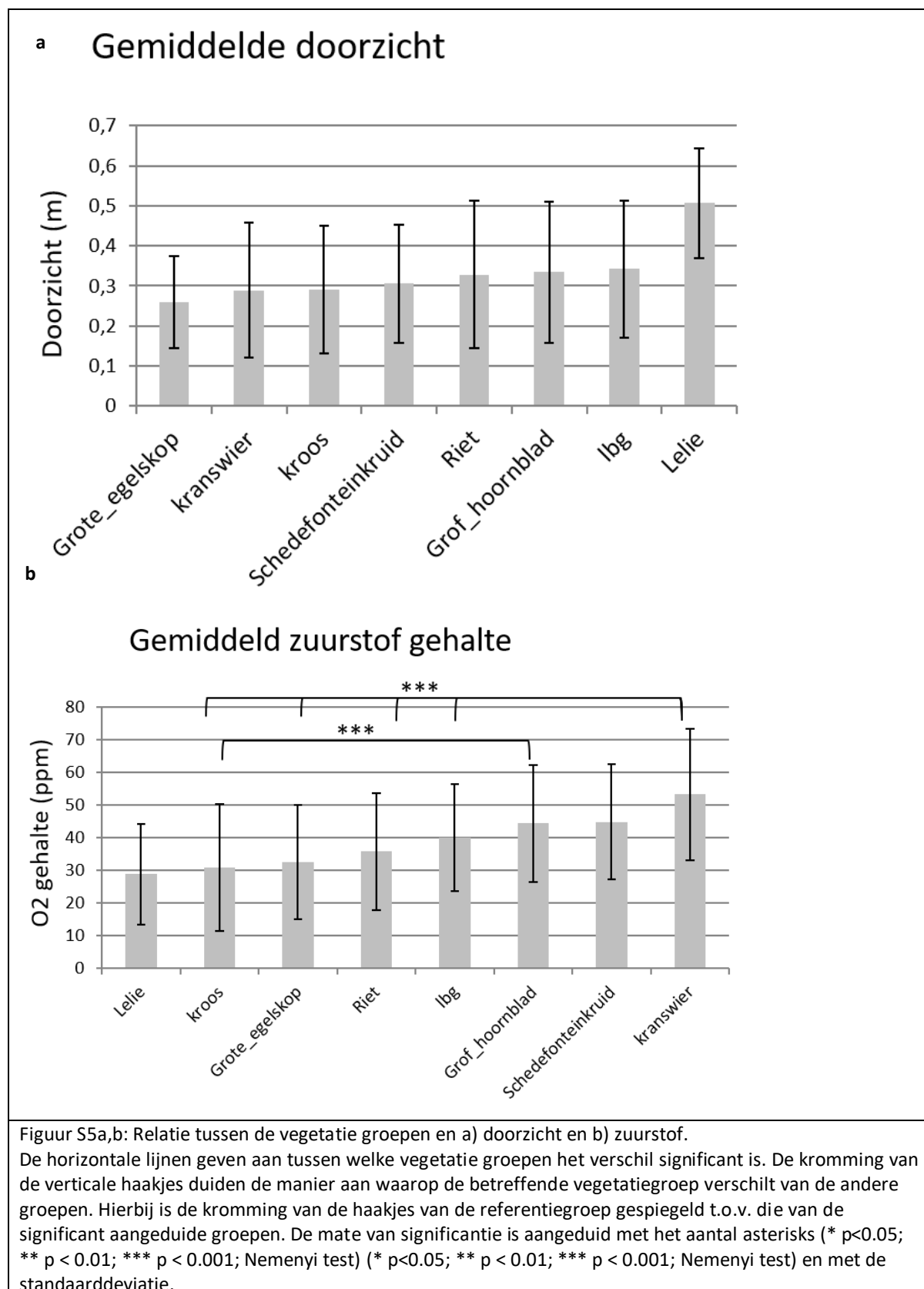


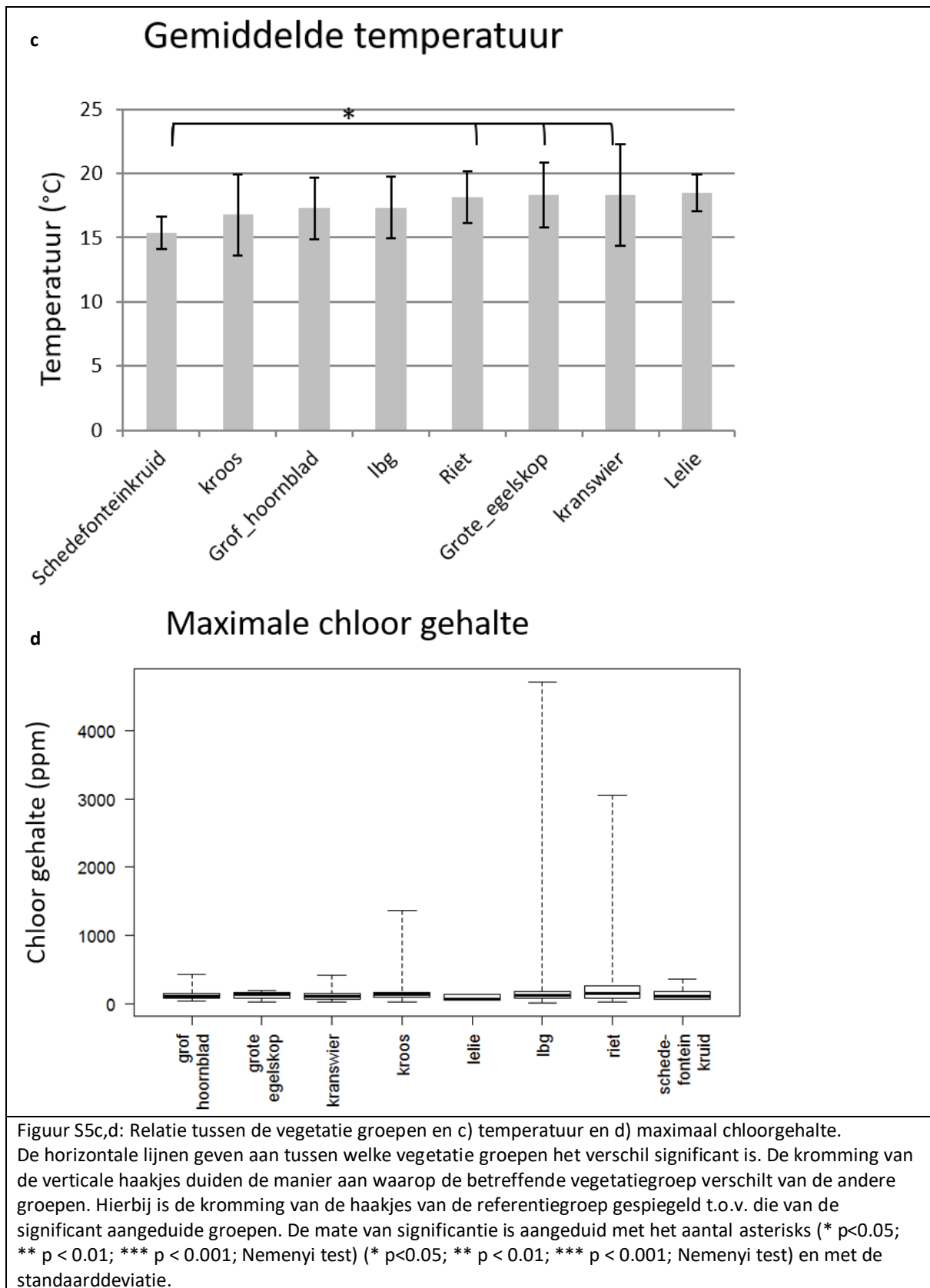
Bijlage 9: Plot correlatie fysisch-chemische parameters



Figuur S4: Deze correlatieplot toont de correlatie tussen de fysisch-chemische parameters (verticaal) en de PCA-assen (horizontaal als dim. weergegeven). De sterkte van de correlatie is aangegeven met de grootte en kleur van de bolletjes (hoe donkerder en groter, hoe sterker).

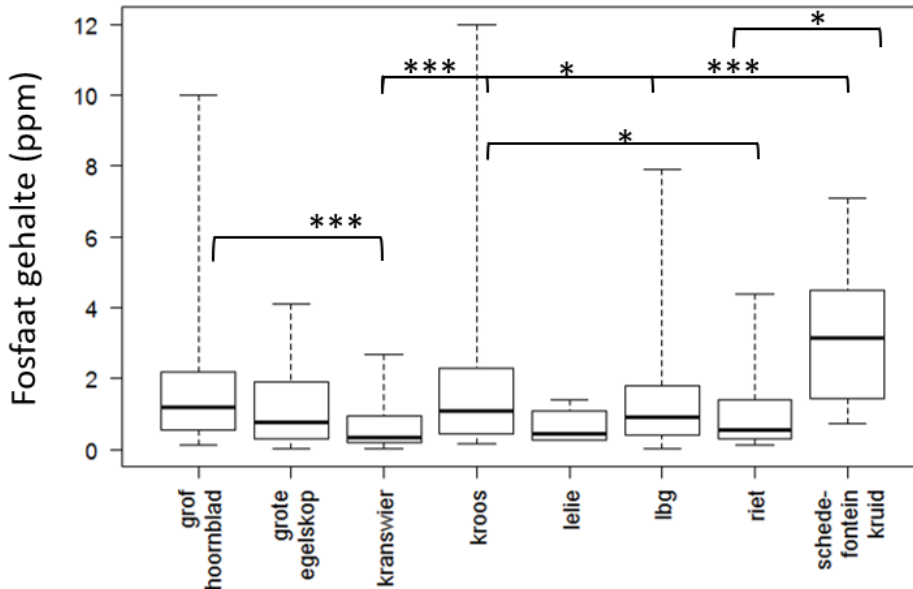
Bijlage 10: Relatie vegetatiegroepen en fysisch-chemische parameters





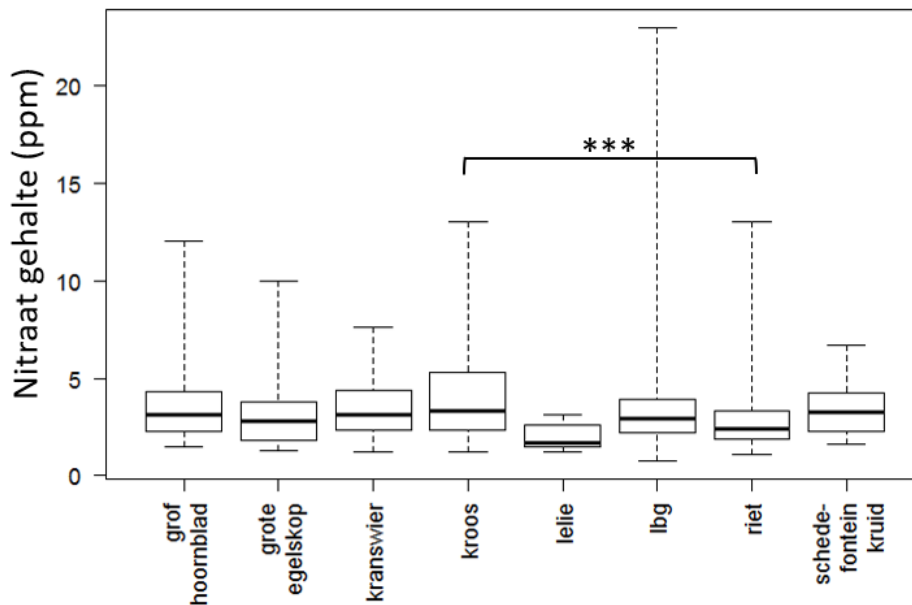
e

Maximale fosfaat gehalte



f

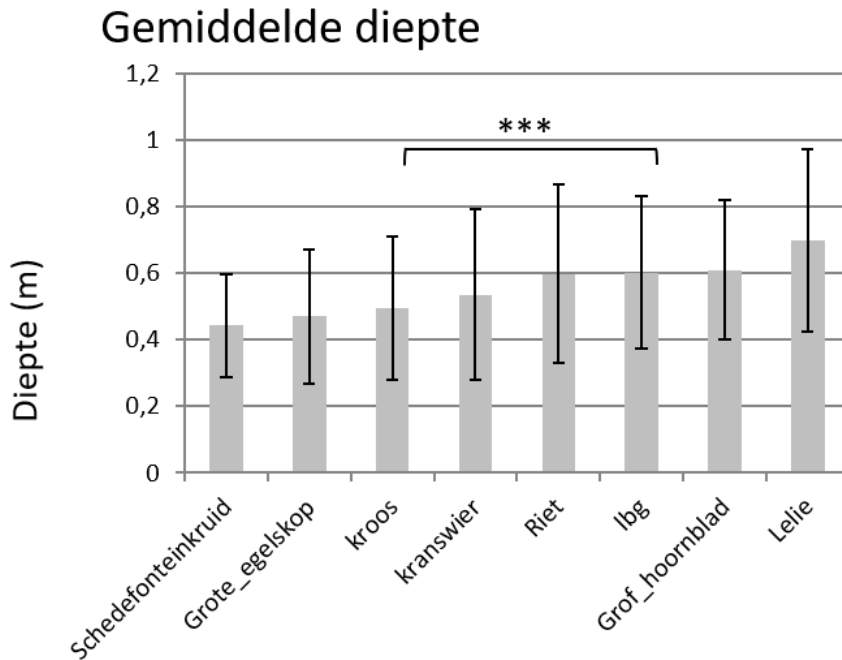
Maximale nitraat gehalte



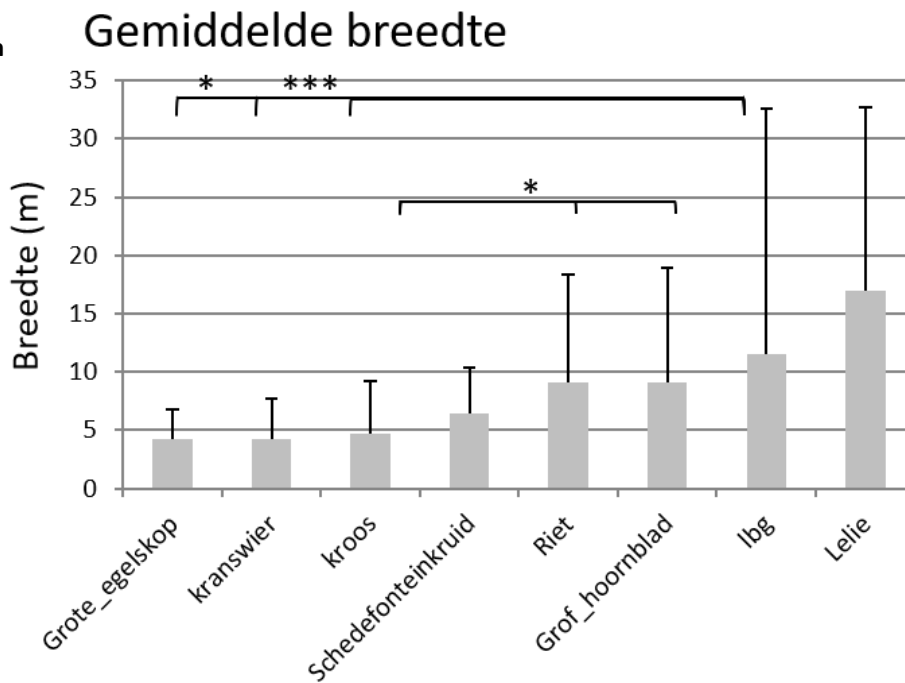
Figuur S5e,f: Relatie tussen de vegetatie groepen en e) maximaal fosfaatgehalte en f) maximaal nitraatgehalte.

De horizontale lijnen geven aan tussen welke vegetatie groepen het verschil significant is. De kromming van de verticale haakjes duiden de manier aan waarop de betreffende vegetatiegroep verschilt van de andere groepen. Hierbij is de kromming van de haakjes van de referentiegroep gespiegeld t.o.v. die van de significant aangeduide groepen. De mate van significantie is aangeduid met het aantal asterisks (* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; Nemenyi test) (* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; Nemenyi test) en met de standaarddeviatie.

g



h



Figuur S5g,h: Relatie tussen de vegetatie groepen en g) gemiddelde diepte en h) gemiddelde breedte. De horizontale lijnen geven aan tussen welke vegetatie groepen het verschil significant is. De kromming van de verticale haakjes duiden de manier aan waarop de betreffende vegetatiegroep verschilt van de andere groepen. Hierbij is de kromming van de haakjes van de referentiegroep gespiegeld t.o.v. die van de significant aangeduide groepen. De mate van significantie is aangeduid met het aantal asterisks (* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; Nemenyi test) (* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; Nemenyi test) en met de standaarddeviatie.

Bijlage 11: Soortenrijkdom oevers

Tabel S5: Soortenrijkdom in de verschillende typen oevers met aangegeven significantie (* p<0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001) en standaarddeviatie.

Omschrijving	Soortenrijkdom	Standaarddeviatie	Aantal locaties
Verdedigd steile kant damwand	8.17	4.92	6
Verdedigd steile kant	8.29	4.63	14
Verdedigd talud stortstenen/grof puin	9.10	3.94	79
Verdedigd talud kleine stenen/grind	9.21	3.95	14
Onverdedigd Talud	9.41	5.04	32
Vooroever open water talud	10.38	2.60	13
Onverdedigd Veenzudde's	10.50	1.29	4
Verdedigd steile kant overig	11.00	4.26	18
Onverdedigd Plas/dras	11.76	4.91	25
Vooroever open water plas/dras	11.83	2.32	6
Geen data	12.70	6.41	238
Geen oever	14.00	8.49	2
Vooroever open water steile kant	14.00	NA	1
Verdedigd talud, doorgroei stenen/matten	15.80	6.72	5

Bijlage 12: Plantensoorten AWZI-terreinen Alphen-Noord en Bodegraven

Tabel S6: (Bloeiende) plantensoorten per sectie op AWZI-terreinen Alphen-Noord en Bodegraven																		
Soortnaam Latijns	Soortnaam Nederlands	Bloei	A-A	A-B	A-C	A-D	A-E	A-F	A-G	A-H	A-I	B-A	B-B	B-C	B-D	B-E	B-F	B-G
<i>Acer campestre</i>	Spaanse aak				v				v									
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Gewone esdoorn				v													
<i>Achillea millefolium</i>	Duizendblad	x								v		v	v	v				
<i>Aegopodium podagraria</i>	Zevenblad						v		v		v							
<i>Aesculus sp.</i>	Paardekastanje sp.	x												v	v			
<i>Alliaria petiolata</i>	Look-zonder-look	x			v	v		v	v									
<i>Alnus glutinosa</i>	Zwarte els				v													
<i>Alopecurus geniculatus</i>	Geknikte vossestaart										v				v			v
<i>Anthriscus sylvestris</i>	Fluitekruid	x	v	v	v	v	v	v	v			v	v	v	v	v		v
<i>Arctium lappa</i>	Grote klis	x						v	v									
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	Gewone zandmuur	x									v	v						
<i>Argentina anserina</i>	Zilverschoon									v	v		v					
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Gewone glanshaver		v															
<i>Artemisia vulgaris</i>	Bijvoet								v			v						
<i>Bellis perennis</i>	Madeliefje	x			v	v	v	v	v	v		v	v	v	v			v
<i>Betula sp.</i>	Berk sp.								v							v		
<i>Borago officinalis</i>	Bernagie	x		v							v							
<i>Brassica napus</i>	Koolzaad										v				v			v
<i>Brassica rapa subsp. oleifera</i>	Raapzaad	x				v	v	v	v		v	v						v
<i>Calystegia sepium</i>	Haagwinde	x	v	v	v	v	v	v	v						v			

Soortnaam Latijns	Soortnaam Nederlands	Bloei	A-A	A-B	A-C	A-D	A-E	A-F	A-G	A-H	A-I	B-A	B-B	B-C	B-D	B-E	B-F	B-G
<i>Cardamine hirsuta</i>	Kleine veldkers														v			
<i>Cardamine pratensis</i>	Pinksterbloem	x									v			v	v			
<i>Carex sp.</i>	Zegge sp.												v					
<i>Centaurea jacea</i>	Knoopkruid		v	v					v				v	v				v
<i>Cerastium fontanum subsp. vulgare</i>	Gewone hoornbloem	x	v	v				v				v	v	v	v			v
<i>Chelidonium majus</i>	Stinkende gouwe					v	v				v							
<i>Cirsium arvense</i>	Akkerdistel	x	v	v	v	v	v	v	v		v	v	v	v	v			v
<i>Cirsium vulgare</i>	Speerdistel									v								
<i>Conyza canadensis</i>	Canadese fijnstraal						v		v				v	v				
<i>Cornus sanguinea</i>	Rode kornoelje				v	v			v				v			v		
<i>Coronopus didymus</i>	Kleine varkenskers					v					v							
<i>Corylus avellana</i>	Hazelaar				v								v			v		
<i>Crataegus sp.</i>	Meidoorn sp.	x			v				v		v	v	v			v		
<i>Crepis biennis</i>	Groot streepzaad	x	v	v					v									
<i>Crepis capillaris</i>	Klein streepzaad	x				v												
<i>Daucus carota</i>	Wilde peen															v		
<i>Epilobium hirsutum</i>	Harig wilgenroosje	x																
<i>Equisetum arvense</i>	Heermoes		v	v					v			v	v	v	v			v
<i>Euonymus europaeus</i>	Kardinaalsmuts												v			v		
<i>Fragaria vesca</i>	Bosaardbei								v									
<i>Fraxinus excelsior</i>	Es				v													
<i>Galinsoga parviflora</i>	Klein knopkruid	x							v		v							
<i>Galium aparine</i>	Kleefkruid				v	v		v	v				v		v	v		
<i>Galium mollugo</i>	Glad walstro	x							v				v					
<i>Geranium dissectum</i>	Slipbladige ooievaarsbek	x							v									

Soortnaam Latijns	Soortnaam Nederlands	Bloei	A-A	A-B	A-C	A-D	A-E	A-F	A-G	A-H	A-I	B-A	B-B	B-C	B-D	B-E	B-F	B-G
<i>Geranium molle</i>	Zachte ooievaarsbek	x				v		v	v	v		v	v					v
<i>Geranium pusillum</i>	Kleine ooievaarsbek	x											v					
<i>Geranium pyrenaicum</i>	Bermooievaarsbek											v						
<i>Geranium robertianum</i>	Robertskruid	x			v	v		v	v							v		
<i>Geum urbanum</i>	Geel nagelkruid	x									v					v		
<i>Glechoma hederacea</i>	Hondsdrif	x			v	v	v	v	v			v	v		v	v		
<i>Hedera helix</i>	Gewone klimop								v									
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	Reuzenberenklauw	x			v	v												
<i>Heracleum sphondylium</i>	Gewone berenklauw					v						v				v		
<i>Hypericum perforatum</i>	Sint-janskruid				v							v						
<i>Hypochaeris radicata</i>	Gewoon biggekruid	x	v	v					v					v				
<i>Jacobaea vulgaris subsp. vulgaris</i>	Jacobskruiskruid									v		v						
<i>Lactuca serriola</i>	Kompassla							v			v							
<i>Lamium album</i>	Witte dovenetel	x				v		v	v									
<i>Lamium galeobdolon</i>	Gele dovenetel	x																
<i>Lamium purpureum</i>	Paarse dovenetel	x								v		v			v			
<i>Leontodon hispidus</i>	Ruige leeuwentand	x						v		v								
<i>Leontodon saxatilis</i>	Kleine leeuwentand	x						v										
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Margriet	x												v				
<i>Linaria purpurea</i>	Walstroleeuwenbek	x		v														
<i>Lotus corniculatus</i>	Rolklaver	x	v	v							v							
<i>Malva neglecta</i>	Klein kaasjeskruid	x							v									
<i>Malva sylvestris</i>	Groot kaasjeskruid	x		v														
<i>Matricaria chamomilla</i>	Echte kamille	x							v	v								
<i>Mycelis muralis</i>	Muursla					v			v		v							
<i>Myosotis arvensis</i>	Akkervergeet-me-nietje	x				v	v			v		v		v	v			
<i>Oenothera biennis</i>	Middelste teunisbloem	x									v							

Soortnaam Latijns	Soortnaam Nederlands	Bloei	A-A	A-B	A-C	A-D	A-E	A-F	A-G	A-H	A-I	B-A	B-B	B-C	B-D	B-E	B-F	B-G
<i>Papaver rhoeas</i>	Klaproos	x					v		v	v		v						
<i>Persicaria maculosa</i>	Perzikkruid		v	v														
<i>Petasites hybridus</i>	Groot hoefblad											v						
<i>Phragmites australis</i>	Riet											v	v	v				
<i>Plantago lanceolata</i>	Smalle weegbree	x	v	v	v		v	v	v	v		v	v	v	v			v
<i>Poa pratensis</i>	Veldbeemdgras							v		v							v	v
<i>Populus sp.</i>	Populier sp.											v				v		
<i>Prunus serotina</i>	Amerikaanse vogelkers					v			v									
<i>Prunus sp.</i>	Kers sp.															v		
<i>Quercus sp.</i>	Eik				v				v									
<i>Ranunculus acris</i>	Scherpe boterbloem	x	v	v	v	v	v			v		v	v	v	v	v		v
<i>Ranunculus repens</i>	Kruipende boterbloem	x			v	v	v	v		v			v	v	v			v
<i>Rhinanthus minor</i>	Kleine ratelaar												v	v				
<i>Ribes sp.</i>	Bes sp.										v							
<i>Rosa canine</i>	Hondsroos	x			v													
<i>Rubus fruticosus</i>	Gewone braam		v	v	v	v		v	v			v	v			v		
<i>Rumex acetosa</i>	Veldzuring	x										v	v	v	v			v
<i>Rumex obtusifolius</i>	Ridderzuring		v	v		v	v	v				v	v		v	v		v
<i>Sagina nodosa</i>	Sierlijke vetmuur											v						
<i>Salix sp.</i>	Wilg sp.				v													
<i>Sambucus nigra</i>	Gewone vlier				v	v			v							v		
<i>Sanguisorba minor</i>	Kleine pimpernel												v	v	v			
<i>Sinapis arvensis</i>	Herik							v										
<i>Sisymbrium officinale)</i>	Gewone raket						v		v									
<i>Sonchus arvensis</i>	Akkermelkdistel	x		v	v		v	v	v			v	v	v		v		
<i>Sonchus oleraceus</i>	Gewone melkdistel	x							v									
<i>Stachys sylvatica</i>	Bosandoorn	x			v													

Soortnaam Latijns	Soortnaam Nederlands	Bloei	A-A	A-B	A-C	A-D	A-E	A-F	A-G	A-H	A-I	B-A	B-B	B-C	B-D	B-E	B-F	B-G
<i>Symphytum officinale</i>	Gewone smeerwortel	x				v						v	v	v	v	v		
<i>Tanacetum parthenium</i>	Moederkruid	x		v														
<i>Tanacetum vulgare</i>	Boerenwormkruid					v				v		v						
<i>Taraxacum officinale</i>	Paardebloem	x			v	v	v	v		v	v	v	v	v	v	v		v
<i>Torilis nodosa</i>	Knopig doornzaad									v	v							
<i>Trifolium dubium</i>	Kleine klaver	x	v	v				v	v		v	v	v	v				
<i>Trifolium pratense</i>	Rode klaver	x	v	v		v					v	v	v	v				v
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	Reukloze kamille					v			v	v					v			
<i>Tussilago farfara</i>	Klein hoefblad											v						
<i>Urtica dioica</i>	Grote brandnetel		v	v	v	v	v	v	v				v		v	v		v
<i>Valerianella locusta</i>	Veldsla	x										v						
<i>Veronica agrestis</i>	Akkerereprijs	x				v					v	v			v			
<i>Veronica persica</i>	Grote ereprijs	x				v		v		v								
<i>Viburnum rhytidophyllum</i>	Sneeuwbal													v				
<i>Vicia sepium</i>	Heggenwikke	x	v	v			v		v			v	v	v				
Totaal aantal soorten		58	19	23	29	33	20	27	44	20	24	38	35	27	26	22	1	19

Bijlage 13: Bestuivers AWZI-terreinen Alphen-Noord en Bodegraven

Tabel S.7: Gevonden bestuivers en aantallen in secties van AWZI-terreinen Alphen Noord en Bodegraven						
Soortnaam (Latijns)	Soortnaam (Nederlands)	Aantal Alphen Noord	Sectie	Aantal Bodegraven	Sectie	Aantal totaal
Bijen						
<i>Andrena labiata</i>	Ereprijszandbij	-	-	2	B	2
<i>Andrena nitida</i>	Viltvlekszandbij	-	-	1	C	1
<i>Andrena subopaca</i>	Witkopdwergzandbij	8	D,G,H	2	C,D	10
<i>Anthophora plumipes</i>	Gewone sachembij	-	-	1	D	1
<i>Apis mellifera</i>	Honingbij	1	H	3	C	4
<i>Bombus pascuorum</i>	Akkerhommel	1	-	2	B,D	3
<i>Bombus lapidarius</i>	Steenhommel	1	B	1	-	2
<i>Bombus terrestris</i>	Aardhommel	1	-	1	-	2
<i>Halictus tumulorum</i>	Parkbronsgroefbij	-	-	5	A,B,D	5
<i>Hylaeus hyalinatus</i>	Tuinmaskerbij	6	A,D,E	-	-	6
<i>Lasioglossum calceatum</i>	Gewone geurgroefbij	-	-	1	F	1
<i>Lasioglossum leucopus</i>	Gewone smaragdgroefbij	1	A	-	-	1
<i>Lasioglossum minutissimum</i>	Ingesnoerde groefbij	2	D,H	-	-	2
<i>Lasioglossum morio</i>	Langkopsmaragdgroefbij	6	A,H,-	3	D,E	9
<i>Lasioglossum villosulum</i>	Biggenkruidgroefbij	3	A,G	-	-	3
<i>Nomada fabriciana</i>	Roodzwarte dubbeltand	1	H	-	-	1
<i>Nomada flavoguttata</i>	Gewone kleine wespbij	1	C	1	D	2
<i>Nomada ruficornis</i>	Gewone dubbeltand	-	-	1	D	1
<i>Nomada signata</i>	Signaalbij	-	-	1	D	1
Totaal bijen	19	32		25		57
Zweefvliegen						
<i>Eristalinus sepulchralis</i>	Weidevlekoog	2	A	-	-	2
<i>Eristalis horticola</i>	Bosbijvlieg	-	-	4	A,D,-	4
<i>Eristalis jugorum</i>	Snuitbijvlieg	-	-	1	-	1
<i>Eristalis nemorum</i>	Puntbijvlieg	-	-	2	A,-	2
<i>Eristalis rupium</i>	Bergbijvlieg	-	-	1	C	1
<i>Eristalis similis</i>	Onvoorspelbare bijvlieg	1	D	1	B	2
<i>Eristalis tenax</i>	Blinde bij	6	A,D,F,H	-	-	6
<i>Eupeodes luniger</i>	Grote kommazweefvlieg	2	G,H	-	-	2
<i>Helophilus pendulus</i>	Gewone pendelvlieg	-	-	1	B	1
<i>Lejogaster metallina</i>	Gewoon glimlijfje	-	-	9	A,B,C,D	9
<i>Melanogaster hirtella</i>	Weidedoflijfje	-	-	17	A,B,C,D	17
<i>Merodon equestris</i>	Grote narcisvlieg	-	-	3	A,B	3

Soortnaam (Latijns)	Soortnaam (Nederlands)	Aantal Alphen Noord	Sectie	Aantal Bodegraven	Sectie	Aantal totaal
<i>Pipiza cf. notata</i>	Fijngestippelde platbek	1	C	-	-	1
<i>Platycheirus clypeatus</i>	Gewoon platvoetje	-	-	1	B	1
<i>Rhingia campestris</i>	Gewone snuitvlieg	-	-	1	D	1
<i>Sphaerophoria scripta</i>	Grote langlijf	-	-	1	A	1
<i>Syrirta pipiens</i>	Menuetzwefvlieg	1	E	-	-	1
<i>Tropidia scita</i>	Moeraszwefvlieg	-	-	1	-	1
Totaal zweefvliegen	18	13		43		56
<i>Vlinders</i>						
<i>Araschnia levana</i>	Atlasvlinder	-	-	1	B	1
<i>Pieris brassicae</i>	Groot koolwitje	-	-	3	B,D	3
Totaal vlinders	2	0		4		4
Totaal bestuivers	39	45		72		117