

**VERBETERING VAN DE ECOLOGISCHE
WATERKWALITEIT VAN DE WETERINGEN:
ONDERZOEK NAAR DE BIJDRAGE VAN
KWALITEITSBAGGEREN**

WATERSCHAP VELUWE

21 december 2011

075982257:0.2 - Definitief

C01012.100061.0200/SD



Inhoud

1 Inleiding	3
1.1 Kader	3
1.2 Uw vraag	4
1.3 Aanpak op hoofdlijnen	4
1.4 Onderzoekgebied	5
1.5 Leeswijzer	7
2 Werkwijze	8
2.1 Spoor 1: Nadere analyse doelgat macrofyten	8
2.2 Spoor 2: Nadere analyse vegetatie met AqMaD	8
2.3 Spoor 3; Vergelijken van locaties vóór en na baggeren	11
2.4 Spoor 4: Opstellen Conceptuele schema's van beïnvloedingsfactoren	12
3 Resultaten	14
3.1 Spoor 1: Nadere analyse doelgat macrofyten	14
3.3 Spoor 2: Nadere analyse doelgat macrofyten met behulp van Aqmad	16
3.4 Spoor 3: Vergelijken van locaties	17
3.5 Spoor 4; Conceptueel schema van beïnvloedingsfactoren	19
4 Discussie	24
4.1 Algemeen	24
4.2 Spoor 1: Nadere analyse doelgat macrofyten	24
4.3 Spoor 2: AqMaD analyse weteringen	25
4.4 Spoor 3: effect hoeveelheid slib en baggeren op AqMad resultaten	26
4.5 Spoor 4: Beïnvloedingsschema's	26
5 Conclusies en aanbevelingen	28
6 Literatuur	31
Bijlage 1 Beïnvloedingsschema's	33
Bijlage 2 Verslag workshop effect baggeren op ecologie weteringen 5 juli 2011	39
Bijlage 3 AqMaD: voorbeeld "Output 1"	40

Bijlage 4	Vegetatie opnamen	41
Colofon		56

HOOFDSTUK 1

Inleiding

1.1

KADER

Waterschap Veluwe is een van de samenwerkingspartners in project BaggerNut. BaggerNut is een Innovatieproject-KRW project waarin tien waterschappen, een waterschapslaboratorium, twee kennisinstituten, twee ingenieursbureaus en de STOWA samenwerken. In het kader van BaggerNut wordt een meet- en beoordelingssysteem ontwikkeld om de effectiviteit van baggeren als maatregel tegen interne eutrofiëring te kunnen beoordelen (Boland, 2010).

Waterschap Veluwe is partner binnen BaggerNut. In het kader van BaggerNut worden een aantal activiteiten uitgevoerd in het beheersgebied van Veluwe: naleveringsproeven voor en na baggeren en een watersysteemanalyse voor de Weteringen van de Noordelijke IJsselvallei (de Vlieger en van de Weerd, 2012). Daarnaast heeft het Waterschap aangegeven graag meer inzicht te krijgen in het effect van kwaliteitsbaggeren op de ecologie van waterlichamen (i.e. het behalen van het GEP). Deze vraag geldt in het algemeen en is bijvoorbeeld relevant voor stadswateren en weteringen.

Waterschap Veluwe heeft voor een groot aantal waterlichamen baggeren opgevoerd als (KRW-) maatregel om de goede ecologische toestand te bereiken. Het is echter onzeker in hoeverre baggeren een bijdrage zal leveren aan het verbeteren van de ecologische toestand. Omdat Baggeren een dure maatregel is en op korte termijn ook negatieve effecten kan hebben voor de ecologie is het zinvol om te kijken of de omvang van het baggerprogramma mogelijk beperkt kan worden.

In deze rapportage wordt onderzoek gedaan om antwoord te geven op deze vragen.

Het onderzoek richt zich op:

- Waterlichaam “Weteringen van de Noorderlijke IJsselvallei” (vanaf nu Waterlichaam Weteringen) en soortgelijke systemen;
- Interactie tussen de waterbodem en de ecologische waterkwaliteit en niet op praktische uitwerking hiervan richting baggerwerkzaamheden;
- Effecten op middellange termijn. Negatieve korte termijn effecten van baggeren op de ecologische waterkwaliteit worden niet meegenomen.

1.2

UW VRAAG

Hoofdvraag:

- Wat is de invloed van kwaliteitsbaggeren op de ecologie van de weteringen (het behalen van het GEP)?

Afgeleide vraag:

- Kan de omvang van het baggerprogramma beperkt worden?

1.3

AANPAK OP HOOFDLIJNEN

De hiervoor beschreven hoofdvraag: “*Wat is het effect van kwaliteitsbaggeren op de ecologie (het behalen van het GEP)?*” wordt beantwoord middels een aanpak gebaseerd op vier sporen. Sporen 1 – 3 richten zich specifiek op macrofyten omdat hier een opgave ligt ten aanzien van KRW-doelen. Eerst is de oorzaak van de slechte(re) score van waterplanten onderzocht (spoor 1). Vervolgens is onderzocht welke milieuv variabelen beperkend zijn voor waterplanten in de Weteringen (spoor 2) en wat het effect is van baggeren ten aanzien van de vegetatie (Spoor3). Spoor 4 gaat in op de theoretische relatie tussen baggeren en soortgroepen die in de KRW zijn opgenomen als maatlatten. Zodoende is naast de specifieke kennis over macrofyten ook een algemeen beeld verkregen van de invloed van baggeren op de ecologie.

Spoor 1: Doelgatanalyse voor macrofyten in de weteringen;

Nadere analyse van de KRW-factsheets wees uit dat de actuele ecologische kwaliteit van de Waterlichaam Weteringen over het algemeen ‘goed’ is (voldoet aan het GEP), met uitzondering van de macrofyten (water- en oeverplanten). Om het onderzoek af te bakenen is daarom besloten om de aandacht te richten op het doelgat voor macrofyten: “Hoe komt het dat de huidige toestand voor macrofyten onvoldoende is?”

Om meer inzicht te krijgen in deze vraag met betrekking tot macrofyten zijn de EKR scores van 30 vegetatieopnamen van de Weteringen geanalyseerd.

Spoor 2: Analyse belangrijke milieuv variabelen in de Weteringen met behulp van het programma AqMaD (Deltares);

Dezelfde vegetatieopnamen van de 30 locaties zijn ook met het programma AqMaD (Riegman en van Geest, 2009) geanalyseerd. Met behulp van dit programma is beoordeeld welke milieuv variabelen beperkend zijn voor het bereiken van de gewenste vegetatie. Gerben van Geest heeft ons geadviseerd bij deze beoordeling. Wij willen hem hiervoor bedanken.

Spoor 3: Het vergelijken van de vegetatie voor en na baggeren (incl. analyse met AqMaD);

Daarnaast zijn er in de gegevensset van Waterschap Veluwe ook vegetatieopnames aanwezig uit een gebied waar gebaggerd is, met opnamen vóór en na baggeren. Deze vegetatieopnamen zijn geschikt om zicht te krijgen op het ecologisch effect van baggeren en daarom nader geanalyseerd, onder andere met behulp van AqMaD.

Spoor 4: Conceptueel schema maken van beïnvloedingsfactoren en beoordelen welke rol verschillende invloedsfactoren spelen per kwaliteitselement.

Tenslotte zijn denkschema's opgesteld waarin de invloed van de waterbodem op de ecologie inzichtelijk is gemaakt. Uit de schematisaties blijkt welke stuurfactoren van invloed zijn op een kwaliteitselement en welke stuurfactoren direct samenhangen met het baggeren van de waterbodem. Deze schema's zijn van belang om het effect van de waterbodem ten opzichte van andere relevante stuurfactoren in te schatten. In de schema's is de kennis van deskundigen via een workshop bijeengebracht.

1.4

ONDERZOEKGEBIED

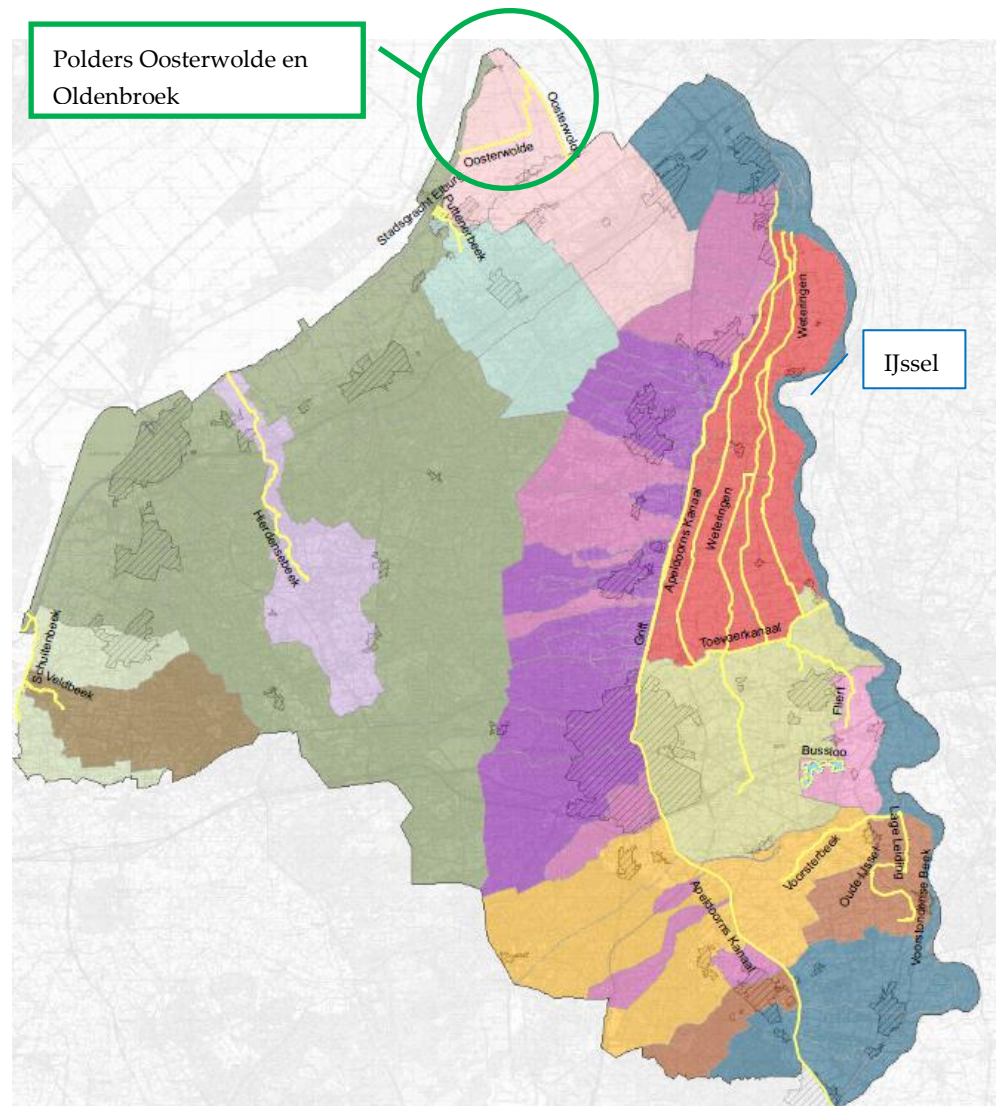
Dertig vegetatie opnamen van waterlichaam Weteringen zijn gebruikt voor het onderzoeken van het doelgat bij waterplanten (spoor 1), de invloed van milieuvariabelen op waterplanten (spoor 2) en de dikte van de sliblaag op de beperkendheid van milieuvariabelen (onderdeel van spoor 3). Binnen spoor 1 zijn er ter vergelijking ook 103 vegetatie opnamen van Waterschap Rijn & IJssel gebruikt, ook watertype M3. Omdat er geen vergelijkbare gegevens over de Weteringen beschikbaar zijn is de relatie tussen gebaggerde en niet gebaggerde locaties onderzocht met 10 vegetatie opnames in de polders Oosterwolde en Oldenbroek (spoor 3) (zie in afbeelding 1). Hieronder volgt de beschrijving van het waterlichaam Weteringen.

De Weteringen lopen tussen het Toevoerkanaal in het zuiden en de buitendijkse gebieden en de IJssel bij Hattem in het noorden, waar ze of via vrij verval of via het gemaal 'Veluwe' op afwateren. Dit waterlichaam is gekenmerkt als type M3, ofwel gebufferd (regionaal) kanaal (Waterschap Veluwe, 2008). Het is stilstaand tot langzaam stromend kanaalwater dat bestaat uit oppervlaktewater waarvan de herkomst wisselend is (ARCADIS, 2006). Het waterlichaam ligt in het noordoosten van het beheersgebied van het Waterschap Veluwe, naast de IJssel.

Dit waterlichaam heeft de status kunstmatig omdat het door mensen gegraven is. De oevers hebben over het algemeen steile taluds met abrupte overgangen van land naar water (Waterschap Veluwe, 2008). De diepte varieert tussen de 0.9 en de 1.9 m. Langs de Weteringen is geen ruimte voor zones, die regelmatig geïnundeerd worden en waar mogelijkheden zijn voor moerasontwikkeling (ARCADIS, 2006). De oevers zijn enigszins aan afkalving onderhevig. Er is weinig schaduwwerking of bladval.

Afbeelding 1

KRW stroomgebieden en waterlichamen van Waterschap Veluwe



(Bron: Waterschap Veluwe, 2009b)

Huidige toestand

Het waterlichaam Weteringen is getypeerd als M3, ofwel een gebufferd (regionaal) kanaal. De huidige kwaliteit is getoetst aan doelen afgeleid van doeltype M3. In Afbeelding 2 zijn de biologische en algemeen fysisch chemische toestand en de doelen weergegeven zoals vastgesteld in november 2009. Hieruit blijkt dat alleen waterflora en doorzicht in de huidige (en toekomstige) situatie ontoereikend of matig zijn. Macrofauna is als goed beoordeeld en de nutriëntenconcentraties in het water zijn ook als goed beoordeeld.

Streefbeeld (Tauw, 2007)

Om te voldoen aan de (KRW)doelstellingen is de gewenste situatie als volgt beschreven. De Weteringen hebben over de hele lengte eenzijdig een natuurvriendelijke oever. Op enkele plaatsen zijn inundatiezones, waar het water bij hoge afvoeren geborgen kan worden. Langs enkele trajecten van de weteringen is er schaduw door houtige gewassen. Nergens is beschoeiing aanwezig.

In de haarvaten van het watersysteem wordt water bij hoge neerslagintensiteit zoveel mogelijk vastgehouden en vervolgens langzaam afgevoerd. Door deze maatregelen komen piekafvoeren niet vaak voor. Het onderhoud kan daarom op een natuurvriendelijke manier gebeuren. De vegetatie wordt gefaseerd gemaaid, waarbij telkens een deel van de waterplanten kan blijven staan. Er vindt geen of beperkt inlaat van gebiedsvreemd water plaats.

Om dit streefbeeld te benaderen zijn in 2007 de volgende maatregelen gedefinieerd (Tauw, 2007):

- Aanleg natuurvriendelijke oevers;
- Vispasseerbare constructies;
- Baggeren;
- Natuurvriendelijk onderhoud;
- Onderzoek diffuse bronnen stedelijk gebied;
- Onderzoek effect overstorten;
- Landelijk mestbeleid;
- Nader onderzoek naar waterafvoer en peilbeheer;
- Verwijdering gecreosoteerde beschoeiing;
- Voorlichting en educatie diffuse bronnen.

Voor zover bekend zijn er sinds 2007 geen grootschalige of ingrijpende maatregelen op het onderzoekstraject uitgevoerd. Wel is er regulier onderhoud uitgevoerd. Het onderzoekstraject is eind 2010 – begin 2011 gebaggerd. De effecten hiervan konden niet in dit onderzoek worden meegenomen.

Afbeelding 2

KRW toetsing waterlichaam
Weteringen (2009)

Maatlat	Huidige situatie	Verwachting 2015	GEP	Toelichting	
Macrofauna (EKR)	0,67	0,60	0,60	G2	
Overige waterflora (EKR)	0,37	0,50	0,60	G2	
Fytoplankton (EKR)	0,84	0,60	0,60	G2	
Vis (EKR)	0,87	0,60	0,60	G2	
Totaal fosfaat (zomergemiddelde) (mg P/l)	0,11	0,15	0,15	G2	
Totaal stikstof (zomergemiddelde) (mg N/l)	1,68	2,8	2,8	G2	
Chloride (zomergemiddelde) (mg Cl/l)	32,6	300	300	G2	
Temperatuur (maximum waarde) (°C)	23,4	25	25	G2	
Doorzicht (zomergemiddelde) (Meter)	0,89	0,89	0,9	G1	
Zuurgraad (zomergemiddelde) (-)	7,88	5,5-8,5	5,5-8,5	G2	
Zuurstofverzadiging (zomergemiddelde) (%)	91,7	40-120	40-120	G2	
Legenda:	■ slecht	■ ontoereikend	■ matig	■ goed	■ zeer goed

Bron: Waterschap Veluwe 4-11-2009 (Ws Veluwe, 2009)

1.5

LEESWIJZER

De gevolgdde werkwijze wordt nader toegelicht in hoofdstuk 2. De resultaten van het onderzoek zijn beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 worden deze resultaten nader beschouwd (discussie). In hoofdstuk 5 worden ze teruggebracht naar een antwoord op de onderzoeksvraag (conclusies) en worden aanbevelingen gegeven.

HOOFDSTUK 2 Werkwijze

2.1

SPOOR 1: NADERE ANALYSE DOELGAT MACROFYTEN

Het waterlichaam de Weteringen in de noordelijke IJsselvallei voldoet op dit moment niet aan de doelstellingen voor macrofyten. Dit was de voornaamste reden om het onderzoek naar de effecten van baggeren op ecologie toe te spitsen op dit kwaliteitselement.

Allereerst is de totstandkoming van de KRW-score voor macrofyten nader geanalyseerd. Hierbij is gekeken of de slechte score toegeschreven kan worden aan een bepaald aspect van de water- en oevervegetatie (de deelmaatlaten). Daarnaast is onderzocht in hoeverre de ecologische toestand van de Weteringen van Waterschap Veluwe afwijkt van de scores van weteringen in het beheergebied van Waterschap Rijn en IJssel.

2.2

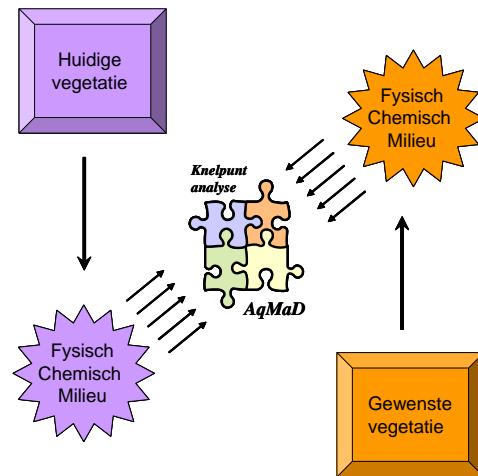
SPOOR 2: NADERE ANALYSE VEGETATIE MET AQMAD

Introductie in AqMaD

AqMaD (Riegman en van Geest, 2009) kan worden gebruikt voor het identificeren van fysische en chemische knelpunten in een waterlichaam aan de hand van de soortensamenstelling van water- en oeverplanten. Dit biedt de mogelijkheid om mogelijke oorzaken op te sporen en gericht maatregelenpakketten op te stellen. Het model dateert uit 2009, echter het is nog in verdere ontwikkeling op het gebied van gebruiksvriendelijkheid, toepassingen en interpretatie van resultaten.

De diagnose is specifiek voor de lokaal heersende omstandigheden voor de vegetatie, dat wil zeggen voor een specifiek monsterpunt binnen een waterlichaam, waarvan de betreffende soortensamenstelling wordt ingevoerd. Het principe van AqMaD staat uitgebeeld in figuur 1. AqMaD rekent uitsluitend met de soortensamenstelling. De bedekking (populatie omvang) van de betreffende soorten speelt dus geen rol bij de knelpunten-analyse.

Figuur 1
Principe AqMaD



AqMaD bevat een dataset waarin voor individuele plantensoorten de gemiddelde waarde is weergegeven voor een groot aantal fysische en chemische variabelen. Aan de hand van deze dataset kan voor een bepaalde soortenlijst het bijbehorende fysisch-chemische milieu berekend worden. Dit is dan het aanwezige milieu op de betreffende locatie waarvan de soortensamenstelling is ingevoerd. Op gelijke wijze kan ook de soortenlijst van het referentiebeeld (bijvoorbeeld een KRW-type) worden vertaald naar een fysisch-chemisch milieu. Dit is dan het gewenste milieu. In een volgende stap vergelijkt AqMaD het aanwezige milieu met het gewenste milieu. Wanneer de waarde van een variabele in de huidige situatie significant afwijkt van die in het gewenste milieu, dan vormt deze variabele een potentieel knelpunt voor het bereiken van het referentiebeeld. De mate waarin een milieu factor afwijkt wordt kwantitatief berekend.

Binnen AqMaD is waterbodem of slib niet direct meegenomen als milieuvariabele (zie ook bijlage 3). Onder de milieuvariabelen zijn echter wel parameters die gerelateerd kunnen worden aan de waterbodem of de aanwezigheid van slib, bijvoorbeeld: diverse nutriëntenparameters (waaronder nitraat, fosfor), diepte, doorzicht en parameter gerelateerd aan zuurstofloosheid, zoals zuurstofconcentratie, Biologisch Zuurstof Verbruik (BZV) en nitriet. Door te baggeren beïnvloed je de slibdikte en daarmee vaak ook deze parameters. Denk hierbij in eerste instantie aan waterdiepte maar ook het doorzicht kan verbeteren als gevolg van minder opwerveling. Bij een slibrijke bodem is er meer kans op nutriëntennalevering en zuurstofloze of toxische omstandigheden (nitriet en ammonium) als organisch (bodem)materiaal wordt afgebroken. Verwijderen van de sliblaag kan een verbetering betekenen op de middellange en langere termijn. Op de kortere termijn zijn negatieve effecten te verwachten doordat het slib tijdens baggerwerkzaamheden wordt opgewerveld en de bodem wordt beroerd. Dit aspect is verder niet onderzocht in dit onderzoek.

AqMaD genereert verschillende outputs (Riegman & Van Geest, 2009). In deze analyse is alleen gewerkt met 'output 1'; deze sluit het beste aan bij het doel van de analyses. In bijlage 3 is een voorbeeld gegeven van een volledige 'output 1'. Figuur 2 laat een deel van 'Output 1' zien. De afwijkingen groter dan 0,75 (waterplanten) of 1,0 (oeverplanten) zijn rood gekleurd.

Voor aanwezige planten geldt dat een tekort is aangeduid met negatieve waarden, voor afwezige planten geldt het tegengestelde. In figuur 2 zijn alleen de milieuv variabelen weergegeven die 'te veel' (rood) aanwezig zijn of een 'geringe afwijking' naar boven hebben (wit). Hiernaast zijn er nog drie klassen, namelijk: 'OK' (groen), 'geringe afwijking' naar beneden (ook wit) en 'te laag' (blauw). Ook hier ligt de grens (van wit naar blauw) op 0,75 bij waterplanten en 1,0 bij oeverplanten (zie bijlage 3). Deze grenswaarden zijn van belang omdat pas bij overschrijding ervan gesproken kan worden van een mogelijk beperkende milieufactor ten aanzien van de gewenste vegetatiesamenstelling.

In het voorbeeld van figuur 2 is nitriet het meest beperkend (deze stof staat bovenaan), gevolgd door N-totaal enzovoort. De volgorde wordt bepaald door de 'afwijking'. Dit is een waarde gegenereerd op basis van de spreiding in standplaatseigenschappen van een omvangrijke dataset en staat voor de mate waarin het huidige milieu afwijkt van het gewenste milieu voor een bepaalde variabele.

Figuur 2

Uitstnede AQMaD Output

1

WATERPLANTEN					
Aanwezige planten			Afwezige planten		
Milieu Parameter	Afwijking		Afwijking	Milieu Parameter	
Nitriet	1,0		-1,2	Nitriet	
Totaal-Stikstof	0,8		-0,9	Totaal-Stikstof	
Peilfluct	0,7		-0,9	Chloride	
Ammonium	0,6		-0,9	Ortho-Fosfaat	
Ortho-Fosfaat	0,6		-0,8	Kalium	
Chlorofyl-a	0,6		-0,8	Chlorofyl-a	Parameter
Chloride	0,6		-0,8	Totaal-Fosfaat	Is te hoog
Ammoniak	0,5		-0,8	Zwevende stof	Is OK
Kalium	0,5		-0,8	Natrium	Is te laag
Saliniteit	0,5		-0,7	Bicarbonaat	Geringe afwijking

Geel gekleurde variabelen zijn belangrijker voor het behalen van de referentietoestand dan de wit-gekleurde variabelen. Een variabele krijgt de kleur geel als de optimum-waarden voor de milieuparameter van de individuele soorten weinig van elkaar verschillen (en de variabele dus een lage standaarddeviatie bezit). Bij een grote variatie in optimum-waarden tussen individuele soorten wordt aangenomen dat deze variabele minder sturend is voor het behalen van het referentiebeeld, en derhalve ook minder belangrijk bij de keuze van maatregelen.

Werkwijze AqMaD-analyse

AqMaD-analyses beginnen met het bewerken van de soortenlijsten zodat alle soortnamen worden herkend door AqMaD. Hierna zijn alle 30 vegetatieopnamen van waterlichaam de Weteringen in de noordelijke IJsselvallei apart gerund. Daarna zijn de resultaten samengevoegd en is er gekeken naar de 'afwijkingen' van de verschillende milieuv variabelen. Hiervoor is eerst de absolute 'afwijking' berekend. Dit betekent dat ervan wordt uitgegaan dat de 'te veel' variabelen (zoals nitriet) een vergelijkbaar beperkend effect hebben als de 'te weinig' variabelen (zoals doorzicht) bij eenzelfde 'afwijking'. Vervolgens zijn de absolute afwijkingen op twee manieren gebruikt om een beeld te krijgen van de invloed van de milieuv variabelen.

- Bij de eerste methode is de absolute afwijking van aan- en afwezige water- en oeverplanten per milieuvariabele gemiddeld over alle locaties. Hieruit blijkt welke milieuvariabele het meest beperkend is en vooral ook in welke mate omdat de beperkendheid gekwantificeerd is;
- Bij de tweede methode zijn de milieuv variabelen per locatie gerangschikt op de afwijking. In het voorbeeld van figuur 2 zou nitriet rang 1 krijgen, N-totaal rang 2, enzovoorts. Vervolgens is de gemiddelde rang van elke milieuvariabele berekend voor alle 30 locaties. Hieruit kan worden afgeleid welke milieuvariabele het vaakst of meer beperkend is dan andere milieuv variabelen.

2.3

SPOOR 3: VERGELIJKEN VAN LOCATIES VÓÓR EN NA BAGGEREN

De invloed van een slibrijke waterbodem en het effect van baggeren is op twee manieren onderzocht. Allereerst zijn de AqMaD-resultaten van twee locaties uit een watergang met een matig dikke sliblaag (Terwoldse wetering, 10-20 cm) vergeleken met de twee locaties uit een watergang met veel slib (Grote Wetering, >50cm), zie tabel 1. De gemiddelde afwijking van elke milieuvariabele is per watersysteem berekend; vervolgens zijn de resultaten van de twee watergangen met elkaar vergeleken.

Daarnaast zijn de AqMaD-resultaten van de vegetatie van ongebaggerde locaties vergeleken met de resultaten van locaties die recent gebaggerd zijn. Van één locatie zijn vegetatiegegevens beschikbaar van vóór en na baggeren, zie tabel 2. Daarnaast zijn er vegetatiegegevens beschikbaar uit de polders Oosterwolde en Oldebroek (2 locaties vóór en 8 locaties na baggeren, zie tabel 3). Met AqMaD is de gemiddelde afwijking berekend van de monsters. Vervolgens is de gemiddelde afwijking berekend vóór en na baggeren en is het verschil berekend tussen de afwijkingen.

Tabel 1

meetpunten met
verschillende slibdikten

Vegetatie opname (Meetpunt)	Slibdikte bij meetpunt (cm)	Watersysteem	Gem. slibdikte (cm)
231580	25	Terwoldse wetering	10-25 cm
231520	20	Terwoldse wetering	10-25 cm
232090	55	Grote wetering	> 50 cm
232040	50	Grote wetering	> 50 cm

Tabel 2

locatie met gegevens voor
en na baggeren

Vegetatie opname (Meetpunt)	meetjaar	Watersysteem	Baggerjaar
240500	2005	Noordermerkkanaal kampernieuwstad	2006
240500	2008		

Tabel 3

locaties uit polders
Oosterwolde en Oldebroek
van voor of na baggeren

beïnvloedingsfactoren	beïnvloedingsfactoren	beïnvloedingsfactoren
240500	Noordermerkkanaal kampernieuwstad	voor
240500	Noordermerkkanaal kampernieuwstad	na
240510	Noorderkanaal	na
241010	Gelderse Gracht	na
241050	Gelderse Gracht Zuideinde	voor
260780	Heigraaf West	na
600720	Eekterbeek	na
600721	Eekterbeek	na
600760	Lummerwetering	na
600761	Lummerwetering	na

2.4

SPOOR 4: OPSTELLEN CONCEPTUELE SCHEMA'S VAN BEÏNVLOEDINGSFACTOREN

Tenslotte zijn denkschema's opgesteld waarin de invloed van de waterbodem op de ecologie inzichtelijk is gemaakt. Uit de schematisaties blijkt welke stuurfactoren van invloed zijn op een kwaliteitselement en welke stuurfactoren direct samenhangen met het baggeren van de waterbodem. Deze schema's zijn van belang om het effect van de waterbodem ten opzichte van andere relevante stuurfactoren in te schatten.

De schema's zijn opgebouwd vanuit het kwaliteitselement: met pijlen wordt aangegeven welke factoren direct van invloed zijn op het voorkomen (samenstelling en abundantie) van het kwaliteitselement. Hierbij worden alleen de belangrijkste beïnvloedingsfactoren benoemd. Vervolgens wordt met pijlen aangegeven op welke stuurfactoren baggeren van invloed is. Hierbij is gebruik gemaakt van de stuurfactoren die voor de bodemdiagnose zijn benoemd.

Voor elk kwaliteitselement (van de KRW) is eerst een concept-'beïnvloedingsschema' opgesteld. Voor het benoemen van de beïnvloedingsfactoren is aangesloten bij het 6S-model van Piet Verdonschot. Dit is het 5S-model uit 'beken stromen' (STOWA, 1995), later aangevuld met een 6e 'S' (schonen). Het model is in eerste instantie bedoeld voor stromende wateren maar de 6 S-en zijn ook relevant voor andere wateren. Met behulp van de 6S-en kan het ecologische systeem goed worden beschreven. Het 6S-model bestaat uit de volgende elementen:

- Systeemvoorwaarden: klimaat, neerslag, geologie, bodem, hoogteverschillen;
- Stroming: grondwater, oppervlaktewater hydrologie en -hydraulica;
- Structuren: tracé (meandering), bedding, substraatmozaïeken;
- Stoffen: macro-ionen, zuurstof/ organisch materiaal, voedingsstoffen;
- Soorten: levensgemeenschappen, gradiënten;
- Schoning: beheer.

In de schema's zijn de belangrijkste beïnvloedingsfactoren benoemd. Hierbij hebben we zoveel mogelijk vanuit het kwaliteitselement proberen te redeneren: door welke factoren wordt het kwaliteitselement direct primair beïnvloed? Van de weergegeven relaties zijn de belangrijkste (pijlen) nog eens **vet** weergegeven. De schema's zijn geen weergave van alle bestaande relaties: secundaire relaties zijn zoveel mogelijk weggelaten.

Dit geldt ook voor relaties tussen beïnvloedingsfactoren. Dit hebben we gedaan om geen eindeloos ingewikkelde schema's te krijgen: de schema's zijn vooral bedoeld om inzicht te verschaffen in de belangrijkste relaties (hoofdpijnen).

De schema's zijn opgesteld met lijnvormige watersystemen (weteringen) in het achterhoofd: deze systemen zijn als uitgangspunt genomen. Dit is belangrijk: voor andere watersystemen zien de beïnvloedingsschema's er mogelijk weer anders uit!

De concept beïnvloedingsschema's zijn getoetst in een (gezamenlijke) expert-bijeenkomst. Hierbij zijn de inhoudelijk betrokkenen van Waterschap Veluwe en Waterschap Vallei en Eem uitgenodigd, samen met inhoudelijk experts van ARCADIS. In de bijeenkomst zijn de benoemde beïnvloedingsfactoren getoetst, evenals het belang van deze factoren (vetgedrukt of niet) en het effect van baggeren op deze beïnvloedingsfactoren. Op basis van de expert-bijeenkomst zijn de beïnvloedingsschema's aangepast.

HOOFDSTUK 3 Resultaten

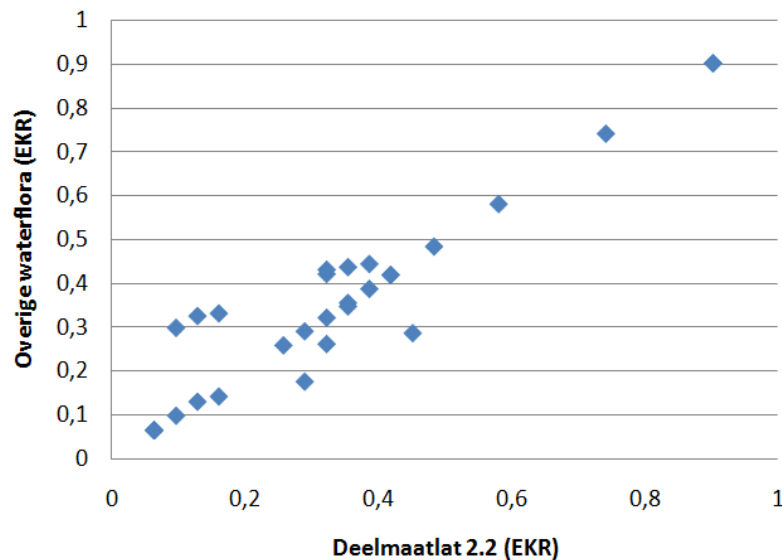
3.1

SPOOR 1: NADERE ANALYSE DOELGAT MACROFYTEN

Allereerst is de totstandkoming van de KRW-score voor macrofyten nader geanalyseerd. In figuur 3 is de EKR van deelmaatlat 2.2 (macrofyten soorten) uitgezet tegen de EKR-score voor macrofyten (overige waterflora).

Figuur 3

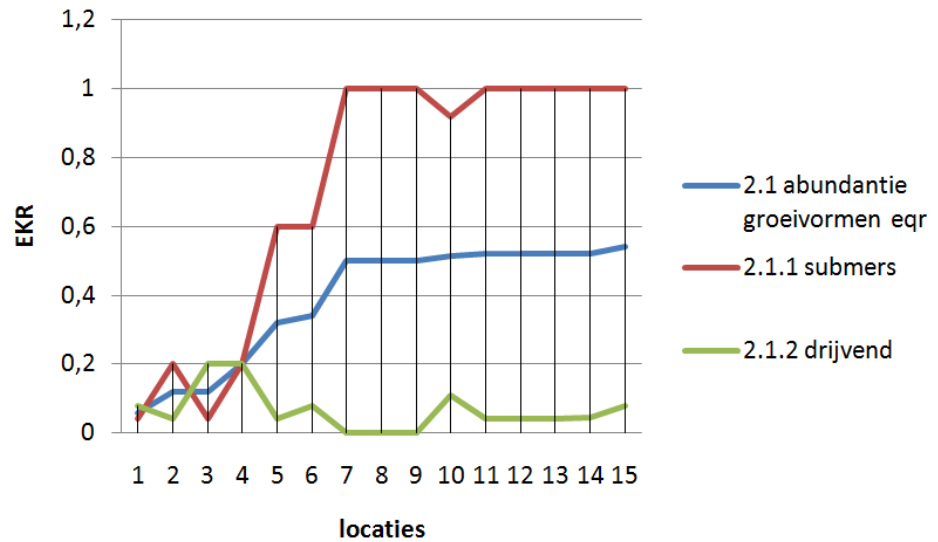
Relatie tussen de eindscore voor macrofyten (overige waterflora) en de deelmaatlat voor soortensamenstelling (deelmaatlat 2.2) voor 30 bemonsteringen.



Uit figuur 3 blijkt dat de EKR voor macrofyten (overige waterflora) voor een belangrijk deel wordt bepaald door de soortensamenstelling (deelmaatlat 2.2). Dit komt doordat overige groeivormen (deelmaatlaten 2.1.1 t/m 2.1.4 met ondermeer drijfblad, flab en kroos) maar in een deel van de gevallen beoordeeld zijn. In deze gevallen wordt deelmaatlat 2.2 direct overgenomen, vandaar het bijna lineaire verband. Op locaties waar de deelmaatlaten drijfblad en submers abundantie wel geïnventariseerd zijn, blijkt de deelmaatlat submers (2.1.1) meestal voldoende of zelfs uitstekend ($EKR > 0,6$). De deelmaatlat voor drijvende vegetatie (2.1.2) scoort echter altijd slecht (zie figuur 4). Blijkbaar kunnen de drijfbladplanten zich onvoldoende ontwikkelen.

Figuur 4

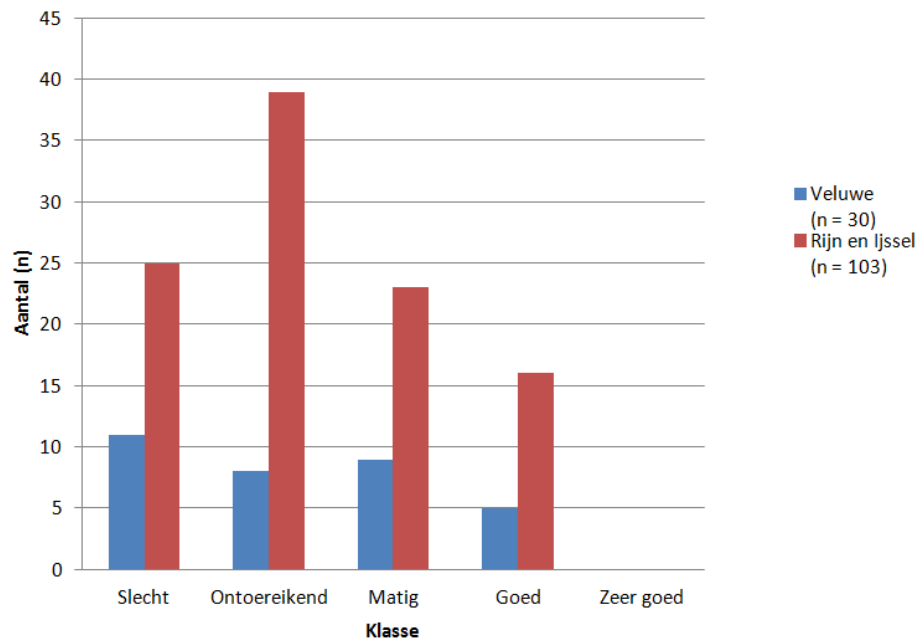
EKR-score voor de deelmaatlat abundantie groeivormen (eqr) als functie van de deelmaatlat submers (2.1.1) en drijvend (2.1.2)



Daarnaast is verkend in hoeverre de ecologische toestand van de weteringen van Waterschap Veluwe afwijkt van de scores van de weteringen in het beheergebied van Waterschap Rijn en IJssel (Liemers). In figuur 5 is voor de twee beheergebieden weergegeven hoeveel locaties zich in een bepaalde toestandklasse voor macrofyten bevinden. Uit de figuur blijkt dat er geen groot verschil is tussen de gemiddelde scores van de weteringen in de beheergebieden. Wel valt op dat de scores van de Veluwse Weteringen redelijk gelijk verdeeld zijn over de toestandklassen (met uitzondering van de klasse 'zeer goed'), terwijl het zwaartepunt bij Rijn en IJssel in de klasse 'ontoereikend' ligt.

Figuur 5

Aantal locaties in de 5 KRW-toestandklassen voor macrofyten



3.3

SPOOR 2: NADERE ANALYSE DOELGAT MACROFYTEN MET BEHULP VAN AQMAD

In tabel 4 zijn de milieuv variabelen met de grootste gemiddelde absolute afwijking (gem.) gepresenteerd voor zowel water- als oeverplanten, op basis van de 30 bemonsteringen genomen in de Weteringen. Ook zijn de maximale afwijking (max.) en de standaardafwijking (std.) getoond. De maximale afwijkingen zijn voor alle getoonde milieuv variabelen groter dan 0.75 bij waterplanten. Dit betekent dat deze milieuv variabele in ieder geval ergens in de Weteringen een mogelijk beperkende invloed heeft. Bij nitriet en totaal stikstof is het gemiddelde zelf boven deze grens. Bij oeverplanten liggen de gemiddelde en de maximale afwijkingen altijd boven de 1.0. Dit betekent dat deze variabelen op veel (zo niet alle) locaties mogelijk beperkend zijn. De dikgedrukte milieuv variabelen zijn volgens AqMaD sturend. De andere hebben een grotere mate van onzekerheid ten aanzien van hun beperkende invloed op water- en oeverplanten. Een grotere afwijking is echter wel indicatief voor een mogelijke beperking. Het kopje Richting geeft de overwegende richting aan: 'te hoog' of 'te laag'.

Tabel 4

Meest beperkende milieuv variabelen gerangschikt op gemiddelde afwijking (n = 30)

	Waterplanten			Afwijking			Oeverplanten			Afwijking		
	Milieuv variabele	Richting	gem.	Max.	std.	Milieuv variabele	Richting	(gem.)	Max.	std.		
1	Nitriet	+	0,97	2,00	0,36	Chloride	+	6,85	22,12	6,92		
2	Totaal-Stikstof	+	0,72	1,44	0,37	Magnesium	+	1,63	7,56	2,42		
3	O2 verzadiging	-	0,67	1,53	0,30	EGV	+	1,31	4,62	1,39		
4	Ammoniak	+	0,61	1,39	0,35	Natrium	+	1,14	5,44	1,77		
5	Nitraat	+	0,60	1,42	0,39	Sulfaat	+	1,13	3,46	1,18		
6	Ortho-Fosfaat	+	0,58	1,26	0,33	BZV	+	1,06	3,11	0,92		
7	Ammonium	+	0,57	1,37	0,37	Kjeldahl N	+	1,04	4,43	1,01		
8	Totaal-Fosfaat	+	0,57	1,20	0,31	Zwevende stof	+	1,03	5,38	1,13		
9	Bicarbonaat	+	0,52	1,14	0,25	Kalium	+	0,97	3,73	1,15		
10	Kalium	+	0,49	1,09	0,26	Calcium	+	0,96	3,35	1,04		

Vetgedrukte variabelen zijn meer 'sturend' (obv standaarddeviatie)

Uit de resultaten van de bovenstaande analyse blijkt het volgende:

- Stikstofverbindingen en vooral nitriet zijn potentieel het meest beperkend voor waterplanten. Ook O2 verzadiging heeft vaak een hoge afwijking. De aangetroffen vegetatie indiceert ook hoge (ortho)fosfaat concentraties (niet dikgedrukt als gevolg van grote variaties in de AqMaD dataset maar wel een verhoging ten opzichte van de referentiesoorten);
- Oeverplanten worden mogelijk meer beperkt dan waterplanten, deze hebben een hogere afwijking;
- Voor oeverplanten zijn met name macro-ionen mogelijk beperkend, vooral chloride. Echter deze ionen zijn niet als 'sturende' milieuv variabelen getypeerd. De belangrijkste sturende milieuv variabele die gemiddeld boven de grenswaarde van 1.0 uitkomt is BZV.

Tabel 5

Meest beperkende milieuv variabelen gerangschikt op gemiddelde rangorde per locatie (n = 30)

	Waterplanten			Oeverplanten		
	Milieuvvariabele	Richting	Rang (gem.)	Milieuvvariabele	Richting	Rang (gem.)
1	Nitriet	+	3,12	Chloride	+	2,20
2	Totaal-Stikstof	+	7,10	Kjeldahl N	+	11,55
3	O2 verzadiging	-	8,48	BZV	+	12,03
4	Ortho-Fosfaat	+	10,27	EGV	+	12,07
5	Totaal-Fosfaat	+	10,55	Sulfaat	+	12,22
6	Ammoniak	+	11,02	Zwevende stof	+	12,38
7	Bicarbonaat	+	11,80	Doorzicht	-	12,43
8	Nitraat	+	12,02	Bicarbonaat	+	13,53
9	Ammonium	+	12,12	Magnesium	+	13,93
10	Chlorofyl-a	+	12,82	O2 gehalte	+ (!)	14,07

Vetgedrukte variabelen zijn meer 'sturend' (obv standaarddeviatie)

Tabel 5 is vergelijkbaar met de voorgaande tabel, alleen zijn de milieuv variabelen nu gerangschikt op basis van de gemiddelde rangorde. Op elke locatie zijn de milieuv variabelen gerangschikt op hun absolute afwijking. Vervolgens is de rangschikking van de 30 locaties gemiddeld. Wanneer een milieuv variabele altijd op plaats 1 staat is de gemiddelde rangorde dus 1. Bij een variatie in rangorde tussen 1 en 3 zal die rond de 2 uitkomen etc. De laagste gemiddelde rangorde betekend dat deze milieuv variabele op veel locaties meer beperkend is dan de meeste andere.

Uit tabel 5 blijkt het volgende:

- Nitriet hoort op veel locaties bij de mogelijk meest beperkende factoren voor waterplanten. Ook totaal N en zuurstofverzadiging zitten gemiddeld in de "top 10".
- Chloride hoort op veel locaties bij de mogelijk meest beperkende factoren voor oevervegetatie;
- Oeverplanten worden volgens de AqMad analyse mogelijk beperkt door een overmaat aan zuurstof en doorzicht. Voor deze resultaten zijn geen logische ecologische verklaring. Dit lijkt het gevolg van in AqMaD gebruikte statistische methode

3.4

SPOOR 3: VERGELIJKEN VAN LOCATIES

Vergelijken van locaties met en zonder slib

Allereerst zijn de AqMaD-resultaten van de Terwoldse Wetering (± 25 cm slib) vergeleken met de resultaten van de Grote Wetering (>50 cm slib). De gemiddelde afwijking van elke milieuv variabele is per watersysteem berekend; vervolgens zijn de watersystemen met elkaar vergeleken, zie tabel 6. Hoe groter de absolute afwijking hoe meer beperking de vegetatie mogelijk ondervindt van de milieuv variabele. De variabelen met de grootste verschillen in de afwijking zijn opgenomen in de tabel. Enkele AqMaD variabelen zijn gerelateerd aan de waterbodem en mogelijk ook aan de slibdikte, zoals zuurstofgehalte, doorzicht en nutriënten (zie ook paragraaf 2.2).

Tabel 6

AqMaD resultaten ('afwijking') van de Terwoldse wetering (weinig slib) vs. de Grote wetering (veel slib)

	Waterplanten (gem. afwijking)			Oeverplanten (gem. afwijking)				
	variabele	Terwoldse wetering	Gr. wetering	verschil	variabele	Terwoldse wetering	Gr. wetering	verschil
1	IJzer	0.55	0.08	0.47	Cl	13.16	2.74	10.42
2	O2 (%)	-0.37	-0.65	-0.29	N-kjel	2.64	0.71	1.93
3	NH3	0.60	0.34	0.26	Natrium	0.91	2.69	1.78
4	Ntot	0.45	0.62	0.17	O2 (mg/l)	0.62	-0.59	1.22
5	*				EGV	2.14	1.12	1.02

Vetgedrukte variabelen zijn 'sturend'; Rood = minimaal 1waarde groter dan de norm (0.75 bij waterplanten en 1.0 bij oeverplanten)

** Andere parameters hebben binnen de groep geen maximale afwijking > norm. Dit is het criterium om als 'beperkende factor' gekenmerkt te worden.*

Uit tabel 6 blijkt het volgende:

- IJzer, ammoniak en totaal stikstof zijn mogelijk meer beperkend voor waterplanten in de Terwoldse wetering dan in de Grote wetering. Voor zuurstofverzadiging is dit juist omgekeerd;
- Oeverplanten in Terwoldse Wetering worden mogelijk sterk beperkt door een overmaat aan chloride. Dit is ook het geval bij de Grote Wetering, maar lang niet zo erg. Ook zijn N-kjeldahl en EGV mogelijk meer beperkend in de Terwoldse Wetering. In de Grote Wetering is natrium mogelijk meer beperkend;
- Oeverplanten in de Terwoldse wetering worden mogelijk beperkt door een overmaat aan zuurstof (!) terwijl er een tekort is in de Grote wetering. Een beperking van oeverplanten door een overmaat aan zuurstof is waarschijnlijk het gevolg van een methodische fout in AqMaD.
- Het verschil in afwijking bij waterplanten is kleiner dan bij oeverplanten.

Vergelijken van locaties voor en na baggeren

In tabel 7 zijn de resultaten gepresenteerd van de vergelijking van de watervegetatie opnames voor en na baggeren op locatie 240500 (Noordermerkkanaal Kampernieuwstad). Het verschil geeft aan of de afwijking, ofwel mate van beperkendheid van een variabele kleiner is geworden als gevolg van baggeren. Alleen variabelen met een afwijking groter dan of gelijk aan 0.75 zijn gepresenteerd (norm voor typering als beperkende factor).

Tabel 7

AqMaD resultaten als verschil in afwijking voor en na baggeren op locatie 240500

rang	Milieu-variabele	Afwijking voor baggeren (gem)	Afwijking na baggeren (gem)	Vershil
1	O2 (%)	0,90	0,44	0,46
2	P-ortho	0,80	0,47	0,33
3	P-tot	0,75	0,47	0,28

Groen = minder beperkend; Oranje = meer beperkend na baggeren.

Vetgedrukte variabelen zijn 'sturend'

Uit tabel 7 blijkt dat de vegetatiesamenstelling na baggeren mogelijk minder beperkt wordt door zuurstofverzadiging en (ortho-)fosfaat (kleinere afwijking na baggeren).

Tabel 8 is vergelijkbaar met tabel 7, alleen zijn nu de gemiddelde afwijkingen van locaties voor baggeren in polder Oosterwolde en Oldebroek (n=2) vergeleken met de gemiddelde afwijkingen van locaties na baggeren (n=8). Alleen variabelen met een maximale afwijking groter dan of gelijk aan 0.75 zijn gepresenteerd (norm voor typering als beperkende factor).

Tabel 8

AqMaD resultaten als verschil in afwijking voor en na baggeren op locaties in polder Oosterwolde en Oldebroek

rang	variabele	Afwijking voor baggeren	Afwijking na baggeren	Vershil in afwijking: voor en na baggeren
1	Nitriet	1.14	0.61	0,53
2	O2 (%)	0.87	0.50	0,37
3	Totaal-Stikstof	0.84	0.51	0,33
4	Ortho-Fosfaat	0.79	0.47	0,32
1	NH3	0.30	0.81	-0,51

Groen = minder beperkend; Oranje = meer beperkend na baggeren.

Vetgedrukte variabelen zijn 'sturend'

Uit de vergelijking van de twee groepen (wel en niet gebaggerd) blijkt dat diverse stikstofverbindingen, de zuurstofverzadiging, en ortho-fosfaat een minder grote afwijking hebben na baggeren. Zij zijn dus bij de net gebaggerde locaties mogelijk minder 'beperkend' dan bij de gebaggerde locaties. Ammoniak is de enige variabele die na baggeren juist meer beperkend is geworden.

3.5

SPOOR 4: CONCEPTUEEL SCHEMA VAN BEÏNVOEDINGSFACTOREN

Als vierde onderdeel van dit project zijn een zestal zogenaamde beïnvloedingsschema's opgesteld waarin de invloed van baggeren op de ecologie van weteringen inzichtelijk is gemaakt. De beïnvloedingsschema's zijn gebaseerd op het 6S-model. In bijlage 1 zijn de vergrote weergaven gepresenteerd. De beïnvloedingsschema's zijn getoetst tijdens een expert-bijeenkomst. Het verslag van deze bijeenkomst is opgenomen in bijlage 2.

Toelichting bij de schema's

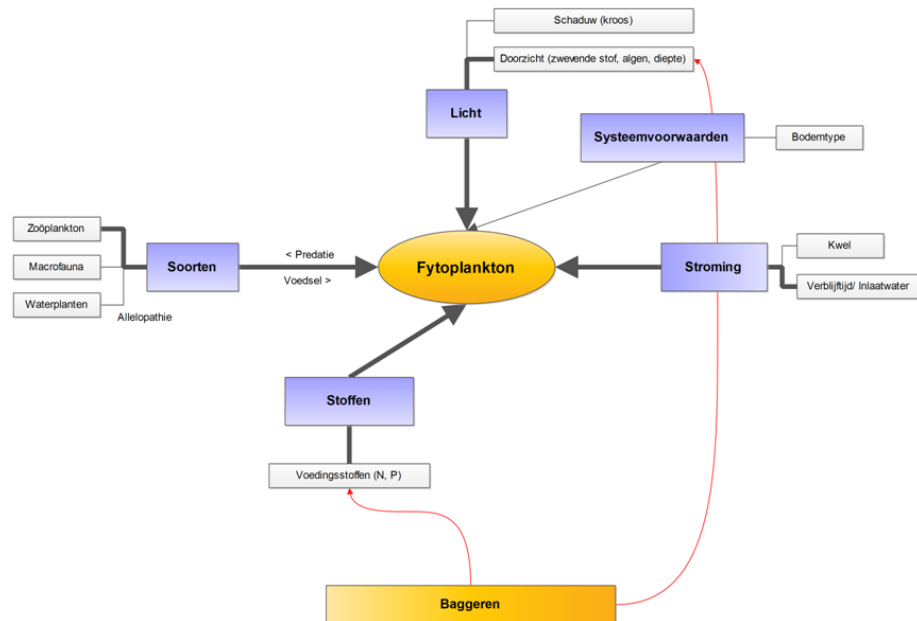
Voor een algemene toelichting bij de totstandkoming van de beïnvloedingsschema's wordt verwezen naar paragraaf 2.3. Belangrijke algemene opmerkingen:

- De schema's zijn opgesteld met lijnvormige watersystemen (weteringen)/ KRW-watertype M3 als uitgangspunt. De schema's zijn niet zonder meer van toepassing op andere watertypen;
- In aanvulling op de 6 S-en is de factor 'licht' apart opgenomen als beïnvloedingsfactor. Dit wordt gelegitimeerd door het belang van licht in M-typen. Bovendien bleek het lastig om deze factor ongekunsteld onder te brengen in één van de 6 S-en;
- Voor een toelichting op de 6 S-en zie paragraaf 2.3 en STOWA, 2005. De genoemde S-en moeten over het algemeen breed worden opgevat. Zo omvat 'stroming' het hele aspect hydrologie en gaat het bij 'systeemvoorwaarden' om aspecten op een hoog schaalniveau, zoals ondergrond, neerslag en verhang;
- Vaak is bij de S-en aangegeven welke factor vooral wordt bedoeld. Zo gaat het bij de 'stoffen' in het schema voor fytoplankton voornamelijk om voedingsstoffen (N, P). Andere 'stoffen' zijn dus minder van belang;
- De pijlen in de schema's geven een relatie weer en geen stofstroom. De rode pijlen geven een relatie vanuit baggeren (als maatregel) weer;

- Vetgedrukte pijlen geven aan dat het om een belangrijke relatie gaat;
- De invloed van redox-potentiaal, bicarbonaat en sulfaat op waterbodem-water interacties is onderdeel van BaggerNut en is niet in de schema's opgenomen.

Fytoplankton

Fytoplankton wordt met name gestuurd door licht, stoffen (voedingsstoffen) en soorten (predatie door zoöplankton en macrofauna). Baggeren werkt direct door via potentiële effecten op de voedingsstoffen (terugbrengen interne belasting) en verandering van het lichtklimaat (doorzicht, opwerveling).

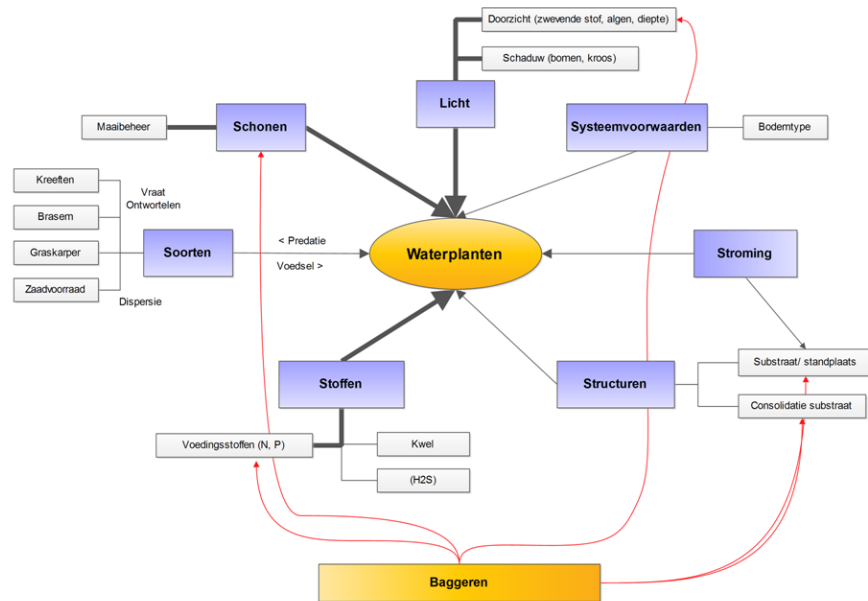


Macrofyten: waterplanten, oeverplanten en fyto benthos

Voor macrofyten zijn drie beïnvloedingsschema's opgesteld: voor waterplanten, oeverplanten en fyto benthos. Hiervoor is gekozen vanwege de volledigheid (fyto benthos) en verschillende beïnvloedingsrelaties voor waterplanten en oeverplanten. Fyto benthos wordt in M-typen niet gebruikt voor de ecologische beoordeling; oevervegetatie wordt voor sloten en kanalen niet beoordeeld (Evers en Knobens, 2007).

Waterplanten

Waterplanten worden vooral beïnvloed door het lichtklimaat, stoffen (voedingsstoffen) en schonen (maaibeheer). Bij baggeren wordt direct de staande onderwatervegetatie aangetast (schonen). Daarnaast is baggeren vooral potentieel van invloed via de voedingsstoffen (terugbrengen interne belasting) en verandering van het lichtklimaat (doorzicht, opwerveling).



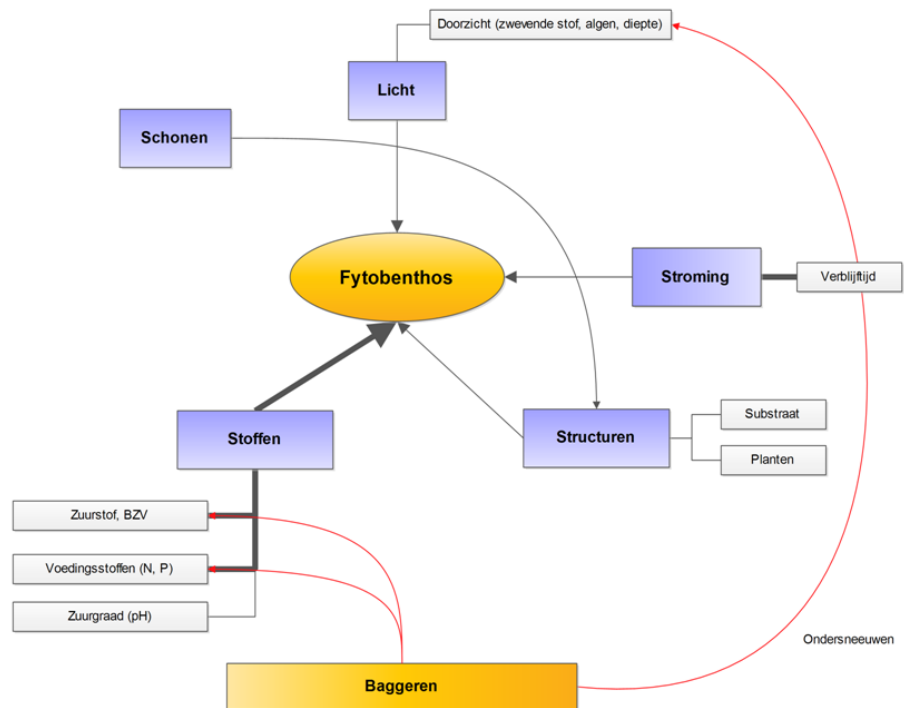
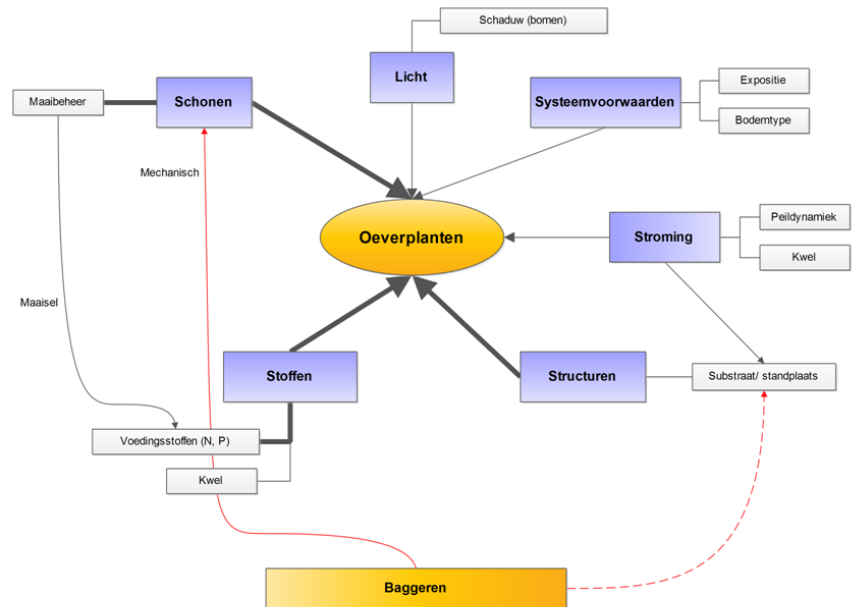
Oeverplanten

Bij de maatlatten voor natuurlijke watertypen worden oeverplanten met name beoordeeld binnen de deelmaatlat 'abundantie' voor groeivormen. Voor sloten en kanalen wordt oevervegetatie binnen deze deelmaatlat echter niet beoordeeld, omdat deze sterk wordt bepaald door het aanliggend grondgebruik. Daarnaast is het oeverareaal moeilijk te begrenzen door de afwezigheid van natuurlijke peilfluctuaties (Evers en Knobens, 2007). Dit 'begroeibaar' oeverareaal staat overigens sterk ter discussie en wordt tegen het licht gehouden bij de verbeteracties aan de KRW-maatlatten (Hoijsink et al., 2010). Oeverplanten spelen wel een rol binnen de deelmaatlat 'soortensamenstelling' (kruiden en sprietten; helofyten)). Deze maatlat is echter voornamelijk gericht op de waterplanten; oeverplanten spelen hier een beperkte rol.

Oeverplanten worden minder dan waterplanten gestuurd door licht en soorten. Naast schonen (maaibeheer) en voedingsstoffen speelt hier de structuur (substraat/ standplaats) een grote rol. Beïnvloeding van de oeverplanten via baggeren loopt met name via aantasting van de oevervegetatie. Baggeren is minder van invloed op de voedingsstoffen en het substraat in de oever.

Fytobenthos

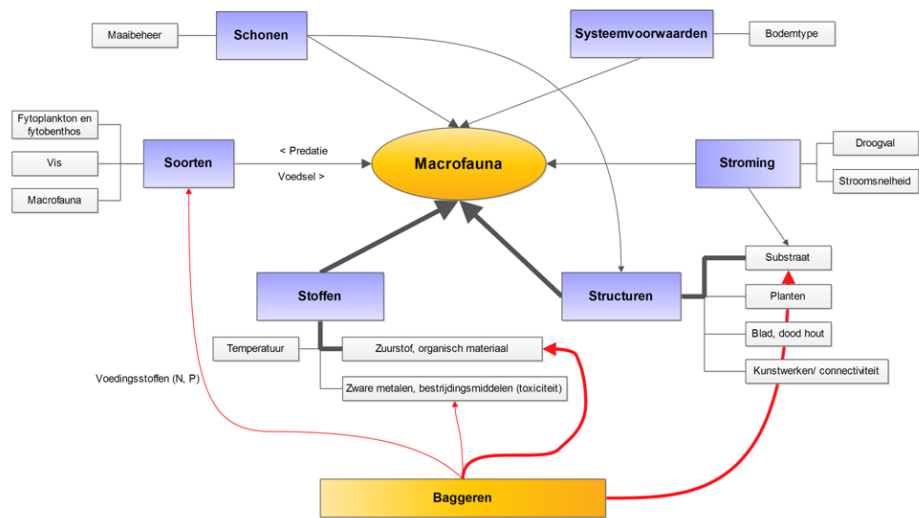
Fytobenthos wordt niet meegenomen bij de ecologische beoordeling van stilstaande wateren (meren, M-typen) voor de KRW.



Het fytobenthos wordt met name gestuurd door stoffen (zuurstof, voedingsstoffen en zuurgraad). Baggeren heeft potentieel een groot effect op deze stoffen. Daarnaast is de aantasting of verandering van de structuren (substraat voor fytobenthos) na baggeren van belang.

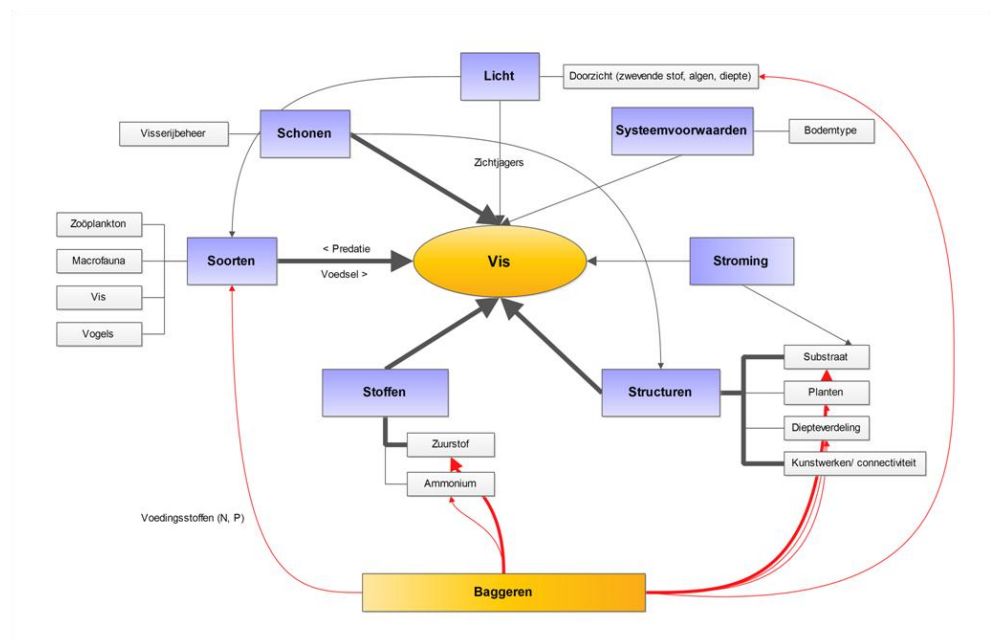
Macrofauna

Macrofauna wordt met name beïnvloed door stoffen (zuurstof, organisch materiaal) en de diversiteit van de aanwezige substraten (habitats). Baggeren is direct van invloed op beide aspecten.



Vissen

Net als macrofauna wordt vis beïnvloed door stoffen (zuurstof, ammonium) en de aanwezige structuren (habitats). Daarnaast zijn soortinteracties van belang (beschikbaarheid van voedsel welke vooral wordt gestuurd door voedingsstoffen) en visserijbeheer (indien sturend). Baggeren is vooral van invloed via een potentiële verbetering van de zuurstofhuishouding en verhoging van de substraatdiversiteit.



HOOFDSTUK

4

Discussie

4.1

ALGEMEEN

In dit onderzoek is gekeken naar het effect van de slibdikte en baggerwerkzaamheden op de vegetatiesamenstelling en de theoretische invloed van de waterbodem op andere biologische kenmerken. Bij deze analyses is alleen gekeken naar lange termijn effecten van baggeren. Korte termijn effecten als gevolg van baggeren hebben waarschijnlijk een negatief effect op de ecologie vanwege beroering van de bodem (habitat) en opwerveling van bodemmateriaal. Dit laatste resulteert in een tijdelijke vermindering van het doorzicht en mogelijk ook zuurstofarme omstandigheden.

4.2

SPOOR 1: NADERE ANALYSE DOELGAT MACROFYTEN

De KRW-score voor de macrofyten (overige waterflora) is ontoereikend. De scores van de macrofyten zijn redelijk gelijk verdeeld over de categorieën slecht, ontoereikend, matig en goed (met meer slecht dan goed). Uit analyse van deze KRW-scores blijkt dat de soortendeelmaatlat erg bepalend is voor de KRW-scores. Dit komt door het ontbreken van gegevens voor de deelmaatlaten abundantie van drijfblad- en submerse vegetatie op een groot aantal locaties. Uit opnamen waar deze deelmaatlaten wel geïnventariseerd zijn, blijkt dat de abundantie van submerse vegetatie vaak in orde is. De abundantie van de drijfbladvegetatie scoort echter altijd slecht waardoor de beoordeling niet veel beter zal zijn wanneer completer geïnventariseerd wordt. Het ontbreken van voldoende drijfbladvegetatie hangt mogelijk samen met het gepleegde onderhoud: frequent schonen voorkomt de ontwikkeling van goede drijfbladvegetatie.

De soortendeelmaatlat is het meest bepalend voor de KRW score in de weteringen en scoort gemiddeld ontoereikend. Dit betekent dat de diversiteit te laag is. Er worden gemiddeld te weinig soorten van de standaardinventarisatielijst van een gebufferd regionaal kanaal (M3) gevonden. Over het algemeen wordt de hoogste diversiteit bereikt bij voedselarm water en een rijke bodem. Voorwaarde hierbij is een laag of matig trofieniveau en een heterogene bodem (Bloemendaal en Roelofs, 1988). Een mogelijke oorzaak van de lage diversiteit in de weteringen zou de afwezigheid van een heterogene bodem kunnen zijn als gevolg van de slibdikte. Deze blijft over langere delen constant (Tauw, 2009). Andere mogelijke oorzaken volgen uit de AqMaD analyse.

4.3

SPOOR 2: AQMAD ANALYSE WETERINGEN*Methode*

In de resultaten van AqMaD kunnen bepaalde milieufactoren als beperkend aangemerkt worden, terwijl ze niet sturend zijn, zoals bijvoorbeeld chloride voor oevervegetatie in tabel 4. Volgens de AqMaD-handleiding is er dan veel spreiding in de optima van soorten voor deze variabele (grote tolerantierange) en is het dus moeilijk te zeggen hoe sturend de variabele in een specifieke situatie is. De grootte van de afwijking is echter wel indicatief voor een grote afwijking van de referentiesituatie en dus voor een potentieel beperkend effect. Dit betekent dat deze afwijkingen wel degelijk betekenis kunnen hebben, in ieder geval als de afwijking fors is.

Volgens methode 2 (rangschikking) zou te weinig doorzicht en een te hoge zuurstofconcentraties beperkend kunnen zijn voor Oeverplanten (tabel 5). Dit is niet logisch, omdat oeverplanten niet afhankelijk zijn van het lichtklimaat onder water (doorzicht). De verklaring hiervan ligt waarschijnlijk in onjuiste interpretatie van de resultaten in AqMaD of in het feit dat AqMad nog niet is uitontwikkeld.

Resultaten

Resultaten tonen aan dat waterplanten door andere milieuv variabelen worden beïnvloed dan oeverplanten. Dit is niet verwonderlijk, omdat andere invloeden en mechanismen belangrijker zijn. Waterplanten worden sterk beïnvloed door de waterbodem en de milieucondities in het water. Oeverplanten hebben een link met zowel water als land. Het belendende landgebruik is bijvoorbeeld belangrijker voor oeverplanten dan voor waterplanten.

Dit blijkt ondermeer uit het feit dat de mogelijk beperkende milieuv variabelen voor oeverplanten vooral chloride, magnesium en kalium zijn, welke afkomstig kunnen zijn uit belendende landbouwpercelen of van strooizout op naastliggende wegen. Voor het bepalen van de invloed van de waterbodem op de vegetatiesamenstelling zijn waterplanten meer geschikt dan oeverplanten.

Uit de AqMad-analyse blijkt dat mogelijk beperkende milieuv variabelen voor waterplanten stikstofverbindingen zijn, met name nitriet, maar ook de zuurstofverzadiging en fosfaatconcentraties zijn mogelijk beperkend voor de vegetatiesamenstelling. Deze constatering komt overeen met de resultaten van de regressieboomanalyse voor macrofyten in het watertype M3: ook hier komt stikstof (als totaal-stikstof) als eerste 'sturende' factor naar boven (Evers et al., 2009). In de watersysteemanalyse (de Vlieger & van de Weerd, 2012) blijkt de stikstofbelasting van de Weteringen ook hoog te zijn. Hoewel de gemeten zomergemiddelde N_{tot} -concentraties en zuurstofverzadiging wel aan de norm voldoen (zie §2.4). Bij hoge stikstofbelasting kan een groot deel van de stikstof via omzettingsprocessen (bijv. (de)nitrificatie) verdwijnen, waardoor de N-totaal concentratie dan toch laag genoeg is. Mogelijk levert de hoge aanvoer van N ondanks (of door) deze omzetting toch een knelpunt op.

De invloed van de zuurstofverzadiging (te laag) loopt waarschijnlijk via de waterbodem. De meeste submerse waterplanten wortelen namelijk in de waterbodem. Omdat de wortels van waterplanten zuurstof nodig hebben voor hun respiratie, kan het nadelig zijn als ze zich vaak in zuurstofloze omstandigheden bevinden.

De nitrietgehalten zijn in deze studie niet nader bekeken. Over de relatie van nitrietgehalten met soortensamenstelling van waterplanten is nog weinig bekend. Het verdient dus nader onderzoek om te concluderen of dit daadwerkelijk een knelpunt is. Hiervoor zijn wel aanwijzingen: Bloemendaal en Roelofs (1988) rapporteren dat bij reductieve zuurstofloze omstandigheden hoge concentraties van ammoniak en nitriet voor kunnen komen, welke toxisch zijn voor waterplanten. Kelso et al. (1997) vonden hoge nitrietconcentraties bij lage stroming en warme condities in grote rivieren in Noord Ierland. Hierbij trad nitrietophoping op gelijktijdig met nitraatreductie en productie van ammonium als gevolg van fermentatie in de waterbodem. Ook Nijboer (2001) geeft aan dat hoge nitrietconcentraties in het bodemvocht kunnen ontstaan in verrijkte stromende wateren. Voor oeverplanten geldt dat een groot aantal milieufactoren mogelijk beperkend zijn. Dit zijn met name macro-ionen, BZV en Kjeldahl-N. BZV en Kjeldahl-N zijn verhoogd (> 1.0) ten opzichte van de referentie en worden als sturend aangemerkt. Een mogelijke oorzaak van verhoogde BZV en Kjeldahl-N waardes is afstroming van organische mest van aangrenzende landbouwpercelen. Voor de macro-ionen steekt chloride er boven uit met een grote afwijking van de referentie. Bloemendaal & Roelofs (1988) beschrijven dat saliniteit (de som van de concentratie ionen) een grote invloed kan hebben op de vegetatiesamenstelling. Veel soorten kunnen niet tegen een hoge saliniteit. Veel waterplanten worden hiernaast beperkt door specifieke anionen zoals bicarbonaat, sulfaat of chloride (in volgorde van meest naar minder dominant). Kationen zijn minder onderscheidend, hier is het meest dominante ion Ca gevolgd door Mg, Na en K. De meeste van deze macroionen (inclusief chloride) worden door AqMaD als minder sturend gekenmerkt omdat ze gepaard gaan met een grote mate van spreiding. Mogelijke verklaringen voor de verhoogde concentraties macro-ionen zijn strooizout en landbouwinvloed. Waterplanten worden in veel mindere mate gestuurd door macro-ionen.

4.4

SPOOR 3: EFFECT HOEVEELHEID SLIB EN BAGGEREN OP AQMAD RESULTATEN

Voor het vergelijken van locaties met veel en weinig slib zijn slechts 4 opnamen verspreid over 4 locaties gebruikt. Hoewel de AqMaD resultaten een beeld geven van de mogelijk beperkende milieuv variabelen op de waterplanten is het aantal bemonsteringen te klein om eenduidige en onderbouwde conclusies te formuleren. Het zelfde geldt voor de ene locatie waar vegetatie is gemonitord voor en na baggeren. Voor het vergelijken van locaties waar wel (n = 2) en niet gebaggerd is (n = 8) geldt dit ook. Daarnaast zullen bij de vergelijking van verschillende locaties het verschil in locatie specifieke omstandigheden mede bepalend zijn voor de uitkomsten. Ondanks deze grote beperkingen geven de resultaten wel de indruk dat op deze locaties dezelfde factoren mogelijk het meest beperkend zijn voor watervegetatie (nutriëntgehalten en zuurstofverzadiging) en dat als gevolg van baggeren de beperking van deze factoren verminderd.

4.5

SPOOR 4: BEÏNVLOEDINGSSCHEMA'S

In paragraaf 3.3 zijn beïnvloedingschema's gepresenteerd waarin de invloed van baggeren op de kwaliteitselementen in lijnvormige watertypen inzichtelijk is gemaakt (met name wateringen). In de schematisaties zijn de stuurfactoren benoemd die (primair) van invloed zijn op het kwaliteitselement. Daarnaast is aangegeven welke stuurfactoren direct samenhangen met het baggeren van de waterbodem.

De beïnvloedingsschema's laten zien dat de beïnvloeding van de verschillende kwaliteitselementen via verschillende factoren loopt. Bij de primaire producenten (fytoplankton en macrofyten) is vooral het lichtklimaat en de beschikbaarheid van voedingsstoffen van belang. In situaties waarin baggeren de beschikbaarheid van voedingsstoffen kan verminderen en/of het lichtklimaat kan verbeteren, zijn er significante verbeteringen te verwachten in de ecologische toestand.

Voor de verbetering van de KRW-scores voor macrofyten moet de focus overigens vooral worden gericht op de waterplanten: oeverplanten en fyto benthos spelen respectievelijk nauwelijks en geen rol bij de ecologische beoordeling. Voor waterplanten is naast bovengenoemde factoren een stabiele standplaats van groot belang. Als met baggeren de standplaats positief wordt beïnvloed (stevige bodem, niet te intensief maaibeheer) dan kunnen ook hier verbeteringen worden verwacht. Daarbij is de zaadvoorraad en de bereikbaarheid van de gebaggerde locaties vanuit bronpopulaties (dispersie van zaden) een specifiek punt van aandacht.

Voor macrofauna en vis spelen vooral stoffen (zuurstof en ammonium) en structuur een belangrijke rol (substraatdiversiteit). Voor deze groepen is baggeren vooral zinvol in situaties waar de waterbodem de voornaamste bron is van organische belasting en/of in situaties waarin baggeren bijdraagt aan het herstel of verbetering van de habitatdiversiteit. Meer dan bij algen en vegetatie moet hierbij ook rekening worden gehouden met andere sturende beïnvloedingsfactoren zoals bijvoorbeeld de fysieke bereikbaarheid van de gebaggerde locaties vanuit bronpopulaties (dispersie, connectiviteit).

5 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden eerst de belangrijkste bevindingen van de verschillende sporen binnen het onderzoek weergegeven. Daarna worden de hoofdvraag en de afgeleide vraag beantwoord en worden er aanbevelingen gedaan.

Belangrijkste bevindingen

- In de wateringen is er alleen een opgave voor macrofyten (EKR is 0.37, de verwachting is 0.5 en het GEP is 0.6). Alle andere kwaliteitselementen scoren goed;
- De score voor macrofyten wordt gedomineerd door de soortenmaatlat en dus bepaald door een te beperkte diversiteit van de waterplanten;
- Wat betreft de abundantie (groeivormen) voldoen de submerse waterplanten vaak aan de norm, de bedekking met drijfbladplanten blijft meestal achter en beïnvloedt de EKR negatief;
- Voor waterplanten blijkt nitriet een sturende milieufactoor te zijn die mogelijk beperkend is voor het voorkomen van de gewenste soorten (gemiddelde afwijking in AqMaD > 0.75);
- Ook totaal stikstof en de zuurstof verzadiging zijn sturende factoren die op veel plaatsen mogelijk beperkend zijn voor de ontwikkeling van de gewenste soorten volgens de AqMaD analyse. Op basis van de score van nutriëntgehalten en zuurstofgehalten voor de toestandbepaling wordt dit echter niet geconcludeerd;
- Voor oevervegetatie wordt op basis van voorkomende soorten geconcludeerd dat macro-ionen en makkelijk afbreekbaar organisch materiaal (BZV en Kjeldahl N, Sturend!) mogelijk beperkend zijn. De afwijking van de referentie is hier groter dan bij waterplanten;
- Voor een goede vergelijking van gebaggerde en niet gebaggerde situaties waren te weinig opnames beschikbaar. Baggeren en ook een kleinere slibdikte lijkt een positieve invloed te hebben op het wegnemen van de mogelijk beperkende factoren voor waterplanten (nitriet, totaal-stikstof en zuurstofverzadiging). Vanwege de geringe hoeveelheid gegevens kon dit alleen indicatief worden vastgesteld;
- Uit de conceptuele schema's blijkt dat baggeren op de middellange termijn effect heeft op de ecologische kwaliteitselementen via beïnvloeding van verschillende factoren. Deze worden hierna een voor een aangegeven met daarachter een + voor een overwegend positief en een - voor een overwegend negatief effect van baggeren op deze factoren. Diepte -, Doorzicht +, Voedingsstoffen +, Toxische stoffen +, Standplaats/substraat +, Zuurstof +;
- Hoewel diepte en doorzicht met name van belang zijn voor waterplanten komen deze niet als mogelijk beperkende factoren uit de AqMaD analyse;

- Uit de AqMaD analyse blijken voedingsstoffen, toxische stoffen (nitriet) en zuurstof factoren die mogelijk beperkend zijn voor macrofyten. Deze factoren kunnen ook negatief uitpakken voor fytoplankton, fyto­benthos, macrofauna en vis. Deze scores echter goed (fytoplankton, vis) of worden niet meegenomen in de score van de wetering (macrofauna, fyto­benthos).

Wat is de invloed van kwaliteits­baggeren op de ecologie van de weteringen (het behalen van het GEP)

Theoretisch kan baggeren effect hebben op de ecologie via beïnvloeding van verschillende factoren (zie conceptuele schema's). De ecologische opgave in de weteringen ligt alleen op het gebied van waterplanten. Voor waterplanten worden op basis van de AqMaD analyse een aantal mogelijk beperkende factoren aangegeven. Deze factoren, nitriet-stikstof, totaal stikstof en zuurstof, kunnen zeker verband houden met een dikke sliblaag op de waterbodem. Met de resultaten van dit onderzoek is niet vast te stellen of deze factoren beperkend zijn en hoe beperkend ze zijn voor de soortensamenstelling. Om meer zicht te krijgen op het effect van deze factoren in de praktijk is nader, specifiek onderzoek nodig naar deze beïnvloedingsfactoren.

Kan de omvang van het baggerprogramma beperkt worden?

Op deze vraag kan nog geen definitief antwoord gegeven worden. Er zijn aanwijzingen dat de score voor macrofyten kan verbeteren zonder te baggeren door 1) breder te scoren en door 2) de omstandigheden voor drijfbladvegetatie te verbeteren. Het uitvoeren van andere voorgenomen maatregelen, zoals de aanleg van natuurvriendelijke oevers en het gaan uitvoeren van natuurvriendelijk onderhoud zal ook bijdragen aan het verbeteren van de omstandigheden voor drijfbladvegetatie en de toename van de soortenrijkdom. Baggeren kan een aanvullende bijdragen leveren aan de ecologische kwaliteit op middellange termijn.

Aanbevelingen

Naar aanleiding van dit onderzoek hebben we de volgende aanbevelingen voor Waterschap Veluwe:

- Rol van drijfblad voor KRW benadrukken in (B&O) maatregelen en stimuleren van de drijfbladvegetatie (lagere maaifrequentie of gefaseerd maaien);
- Uitvoeren van verdere analyse van de soortensamenstelling. Zijn er naast drijfbladvegetatie nog specifieke afwijkingen ten op zichte van de soortenlijst? Hebben deze soorten een specifieke interactie met de waterbodem?
- Uitvoeren van meer vegetatieopname (na baggeren) en verdere AqMaD analyses.
- Naast effect op middellange termijn ook korte termijn effecten en risico's van baggeren in beeld brengen. En deze kennis vertalen naar praktijkrichtlijnen/beleid voor baggerwerkzaamheden;
- Uitvoeren van nader waterbodemonderzoek. Analyse van nitriet en ammonium-concentraties in water- en waterbodemmonsters van de weteringen. Analyse van het zuurstofgehaltes in het water en rond de sediment –water interface. Onderzoek naar de onderlinge afhankelijkheid van ammonium, nitriet en zuurstofgehalte en het effect van slibdikte op deze gehalten;

- Uitvoeren van literatuuronderzoek naar omstandigheden waarbij fermentatie in de waterbodem plaatsvindt en naar de impact van nitriet, ammonium en totaal stikstof op ontwikkeling van aquatische vegetatie en op de soortensamenstelling. Eventueel uitvoeren van een aantal experimenten.

We hebben de volgende aanbevelingen voor verder ontwikkeling van AqMaD:

- Meenemen van kenmerken van de waterbodem als milieuvariabele;
- Inzicht geven in het effect van de uitgebreidheid van de opname op de AQMAD score;
- Voorkomen dat een aantal relaties als output is gegenereerd worden (zoals invloed doorzichtig op oevervegetatie).

HOOFDSTUK

6
Literatuur

ARCADIS (2006). Doelstellingen en maatregelen kaderrichtlijn water. In opdracht van Waterschap Veluwe.

Bloemendaal en Roelofs, 1988. Waterplanten en waterkwaliteit. Stichting Uitgeverij KNNV.

Boland, 2010. BaggerNut: ontwerp watersysteemanalyse en ontwikkeling handreiking bodemdiagnose. Werkomschrijving. ARCADIS, Apeldoorn. Projectnummer C01011.200017.

Evers, C.H.M. en R.A.E. Knoben (red), 2007. Omschrijving mep en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water. STOWA, Utrecht. STOWA rapportnummer 2007-32b, RWS-WD rapportnummer 2007.019, ISBN 978.90.5773.383.3.

Evers, C.H.M., F. Keukelaar en A.H.H.M. Schomaker, 2009. Verbeteren datasets en afleiding ecologische rekenregels voor de KRW-verkenner op basis van Regressieboom-analyse en Neuraal netwerk. Haskoning, Den Bosch. In opdracht van Deltares en Planbureau voor de Leefomgeving. Referentie 9T61271/R00002/901530/BW/DenB

Hoijtink, R.J., C.H.M. Evers, L.A.H. van Kouwen, A.J.G. Reeze, R.A.E. Knoben en A.D. Buijse, 2010. Evaluatie KRW-maatlatten en doelafleiding. ARCADIS, Apeldoorn. In opdracht van DG-Water. Projectnummer C01012.100029. 17 november 2010.

Kelso, B.H.L., R.V. Smith, R.J. Laughlin and S.D. Lennox, 1997. Dissimilatory Nitrate Reduction in Anaerobic Sediments Leading to River Nitrite Accumulation. Applied and environmental microbiology 63 (12) pp 4679-4685.

Nijboer, R. 2001. Nutriënten in stromende wateren; effecten van verrijking op de fysische, chemische en ecologische processen. Alterra-rapport 332.

Riegman, R. en G. van Geest, 2009. Handleiding AqMaD ed. AqMaD-Respons. Deltares. Juni 2009.

STOWA, 2005. Beken stromen. Leidraad voor ecologisch beekherstel. STOWA, Utrecht. Rapportnummer 95-03/ WEW-06.

Tauw (2008). Gebiedsnota Veluwe 2007, KRW nota. Uitwerking doelstellingen en maatregelenprogramma voor de Europese Kaderrichtlijn water (KRW).

Vlieger, B. de en H. van de Weerd, 2011. Watersysteemanalyse Grote Wetering ARCADIS, Apeldoorn. In opdracht van Waterschap Veluwe

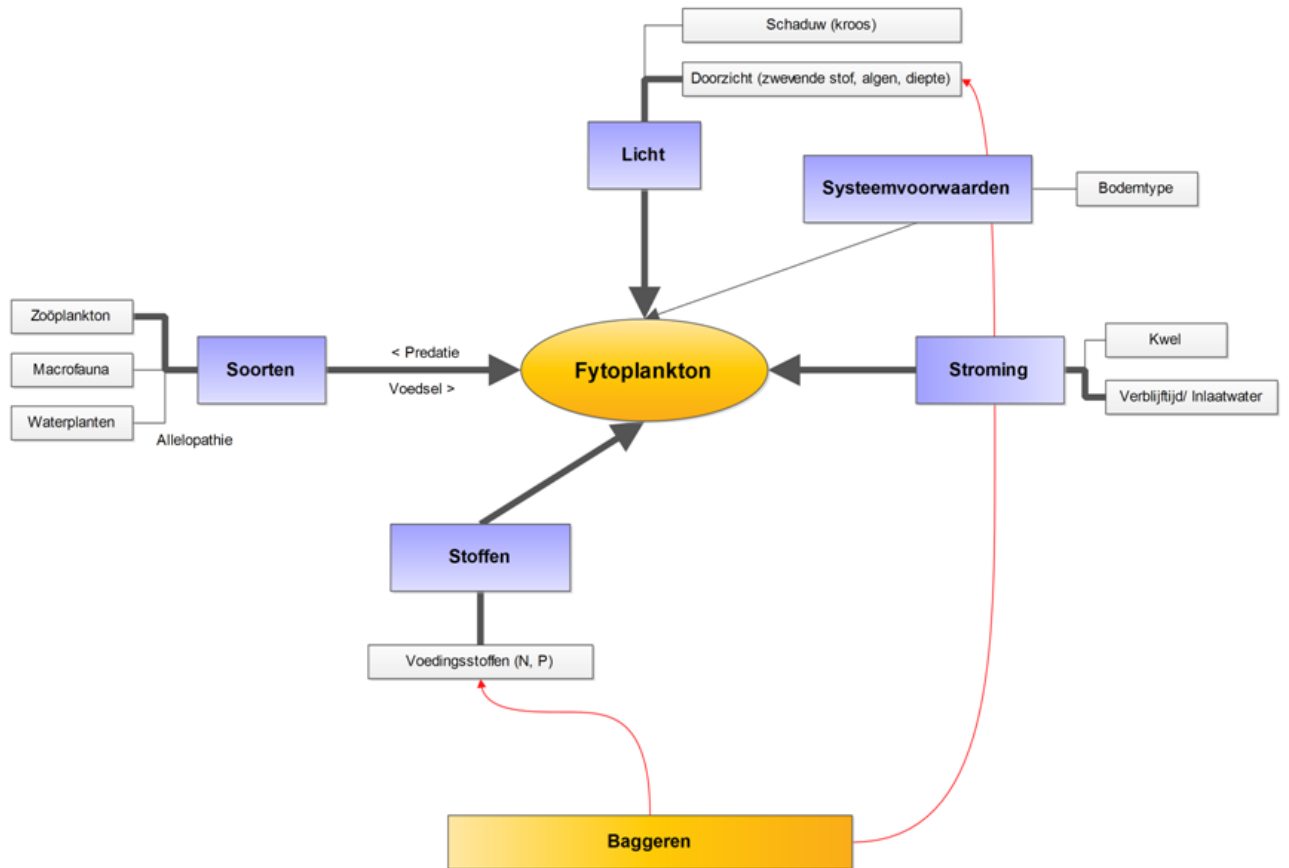
Waterschap Veluwe (2008). Factsheet KRW per oppervlaktelichaam, situatie 04/11/2008
Waterschap Veluwe.

Waterschap Veluwe (2009). Factsheet KRW per oppervlaktelichaam, situatie 04/11/2009
Waterschap Veluwe.

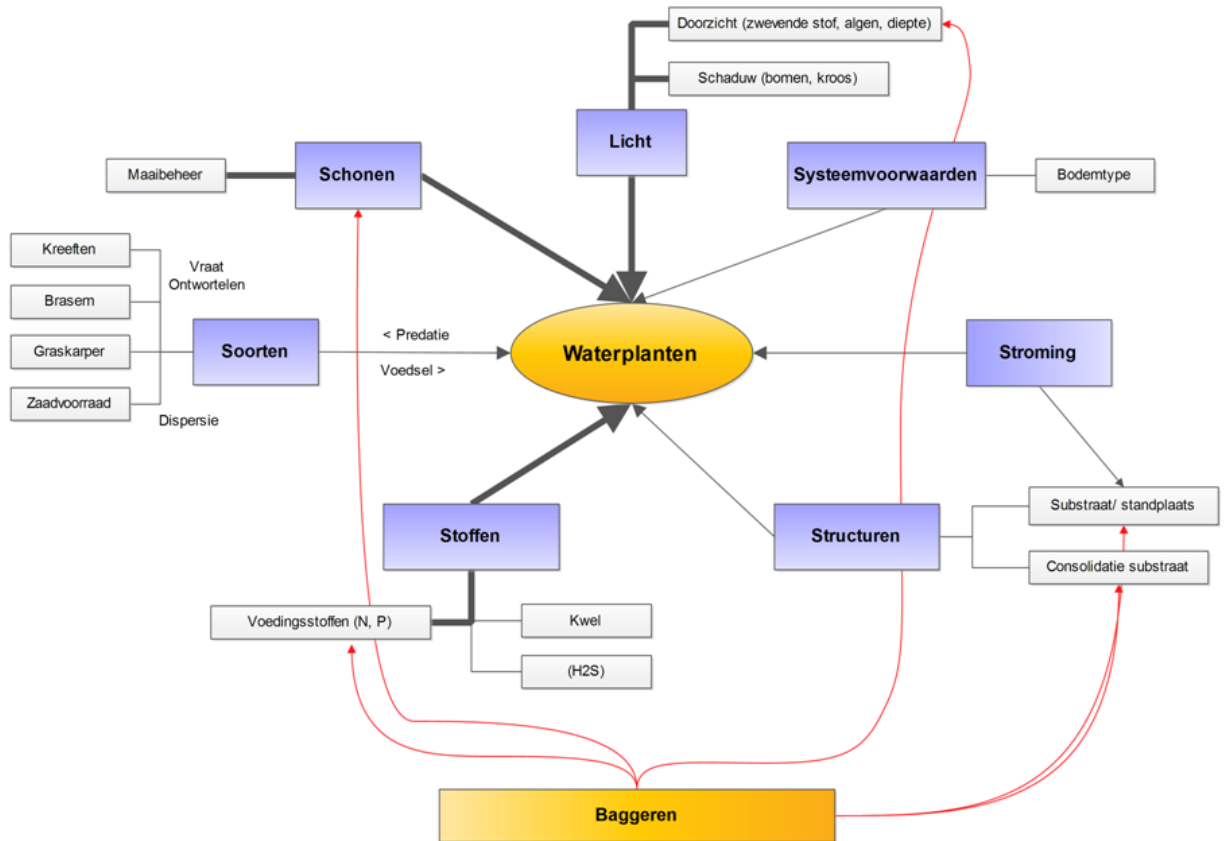
Waterschap Veluwe (2009b). KRW - Stroomgebieden en Waterlichamen, Waterschap
Veluwe. Kaart versie 30-10-2009.

BIJLAGE 1 Beïnvloedingschema's

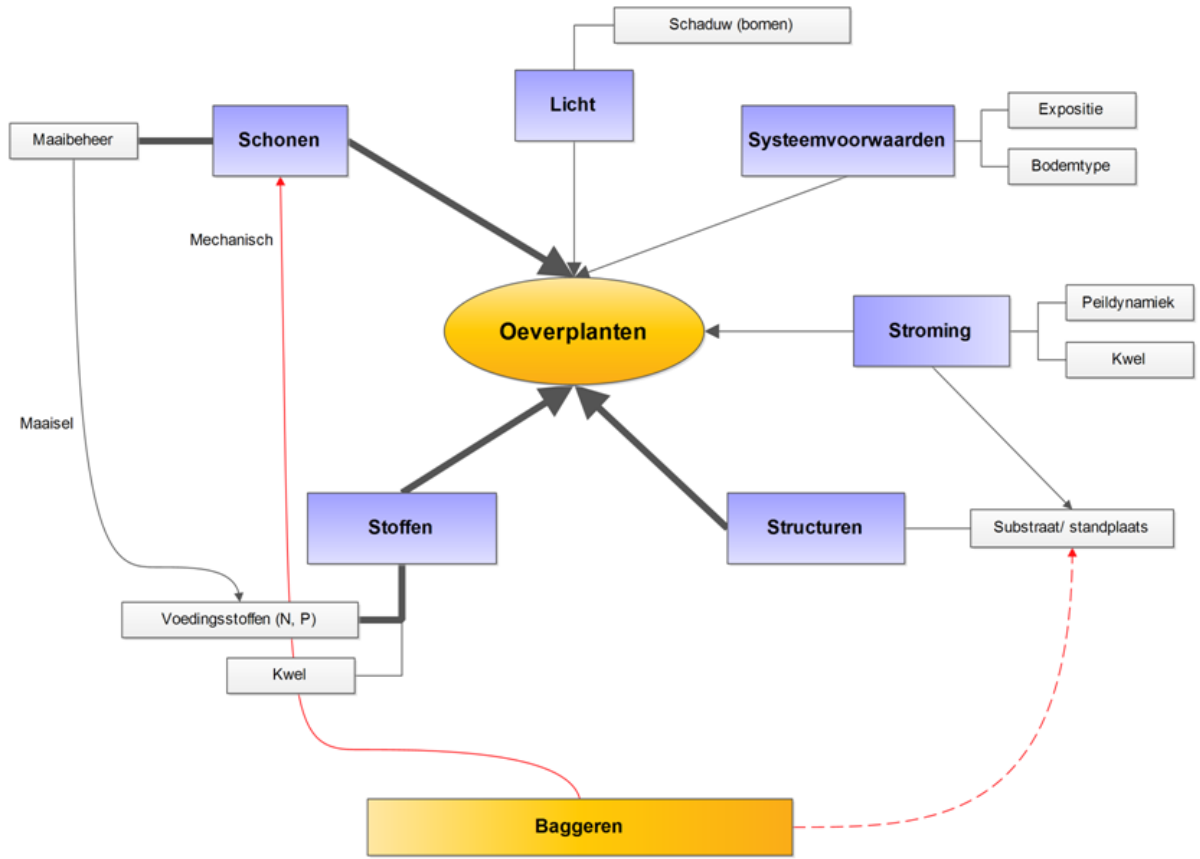
Fytoplankton



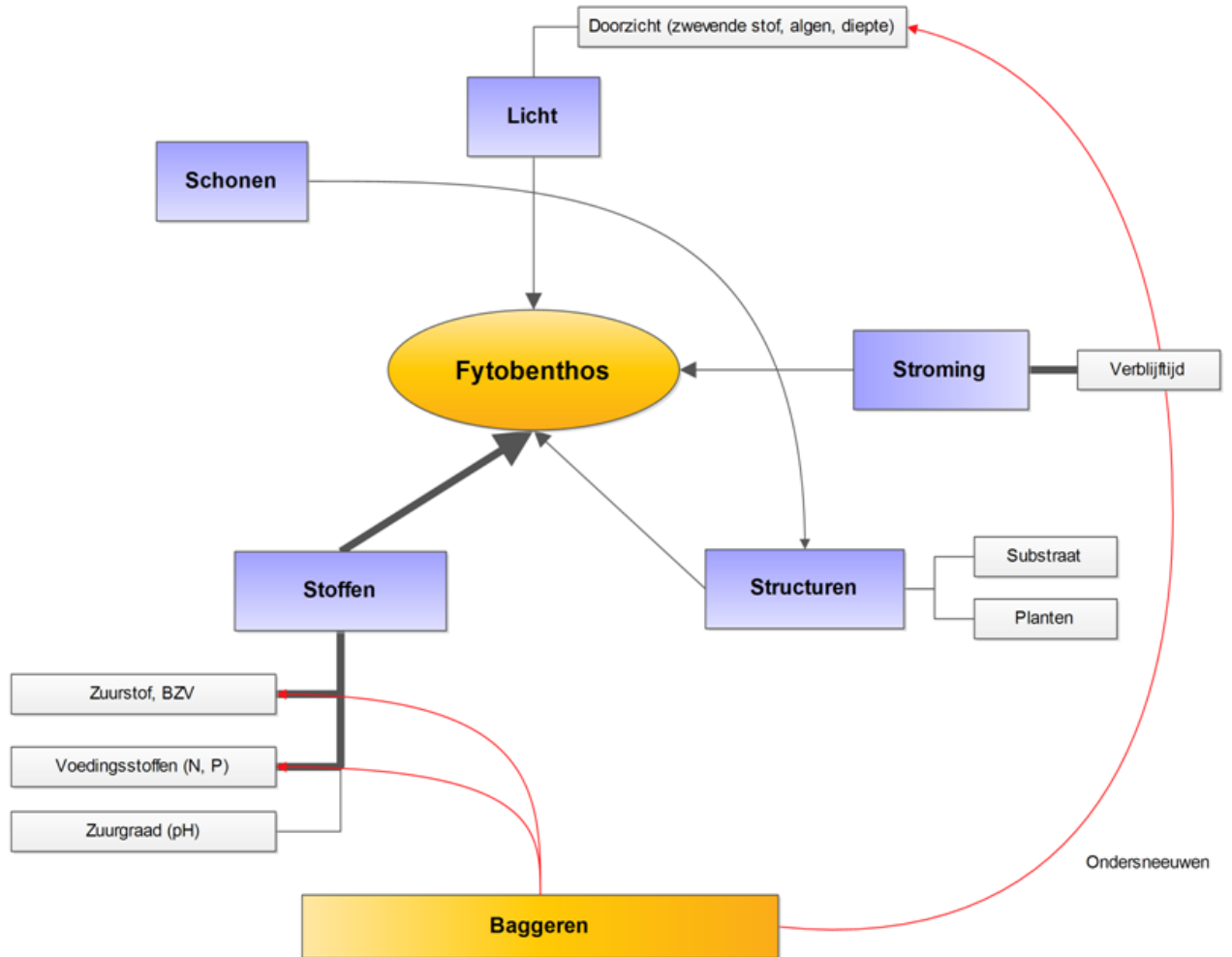
Macrofyten – Waterplanten



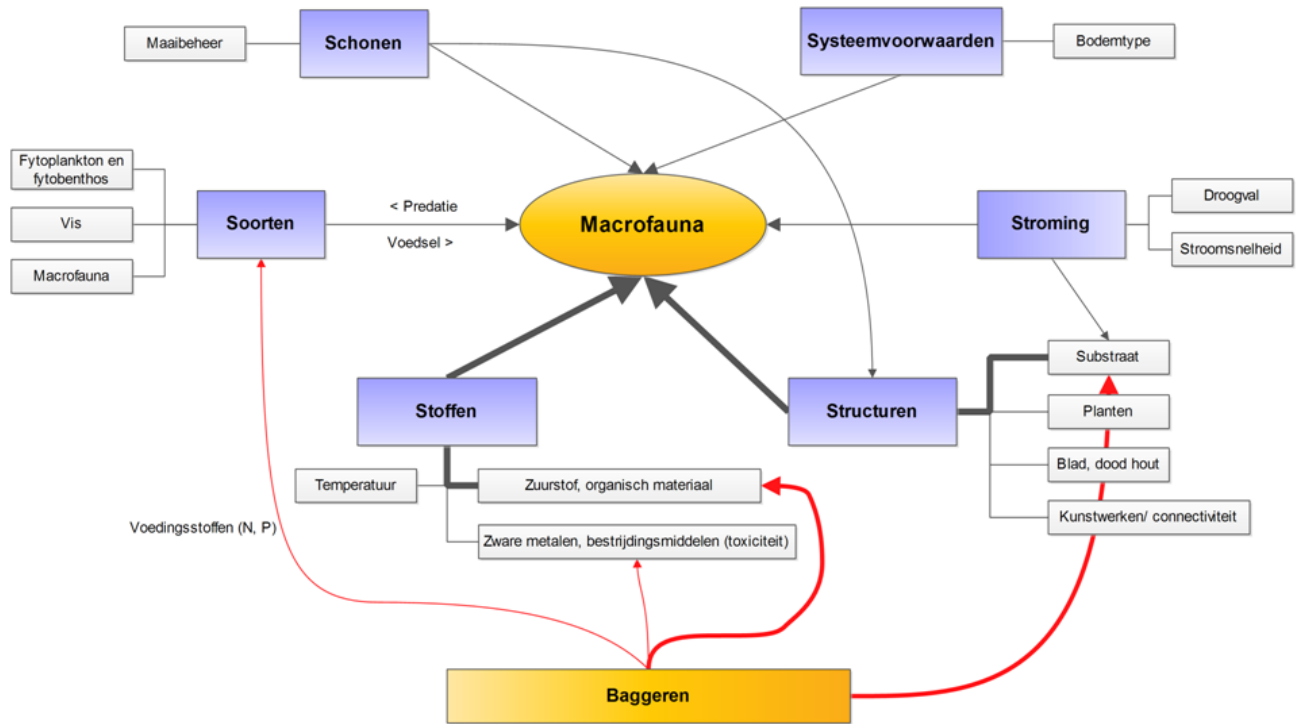
Macrofyten – Oeverplanten



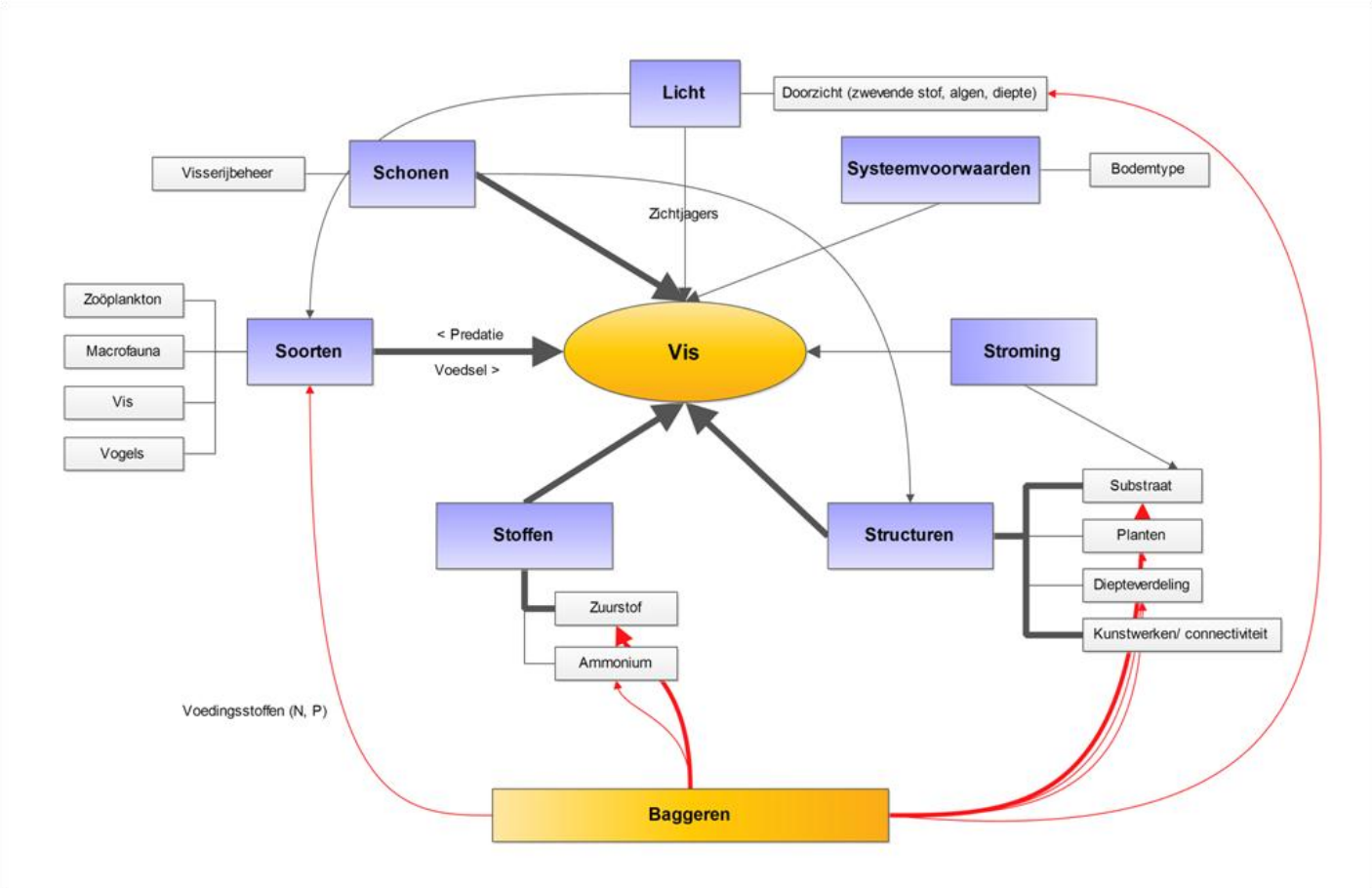
Macrofyten – Fytobenthos



Macrofauna



Vissen



BIJLAGE 2

Verlag workshop effect baggeren op ecologie wetingen 5 juli 2011

VERSLAG

Onderwerp: Effect baggeren op ecologie weteringen; bespreking beïnvloedingsschema's
Projectnummer: C01012.100061.0200.

Afdeling: Kennis en Beleidsadvies

Ons kenmerk:
:

DIVISIE WATER

Plaats/datum bespreking:
Apeldoorn, 5 juli 2011

Verslagnummer:

Opgesteld door:
Bart Reeze

Verzenddatum:
7 juli 2011

Aanwezig:
Jan van Kempen, Andrea Swenne, Ykelien
Damstra, Ger Boedeltje, Johan Wilbrink (WS
Veluwe), Ruben van Kessel, Rob Gerritsen (WS
Vallei en Eem), Rikje van de Weerd en Bart Reeze
(ARCADIS)

Afwezig:

Kopieën aan:

Actielijst

Actie door: Actie

Rob G. Opzoeken bestaande beïnvloedingsschema's in eigen archief
Bart R. Navragen bestaande beïnvloedingsschema's bij Harry Hosper
ARCADIS Nadere analyse KRW-score macrofyten. Check aantal opnames en score deelmaatlatten
ARCADIS/ Opvragen KRW-scores (incl. deelmaatlatten) bij WS Veluwe (indien nog niet beschikbaar)
WS Veluwe Aanleveren KRW-scores (incl. deelmaatlatten) (indien nog niet geleverd)
ARCADIS Opvragen beoordelingsresultaten en totstandkoming voor macrofyten in de weteringen
van WS Rijn en IJssel (Liemers). Onderzoeken verschillen.
ARCADIS Check maatlatten sloten en kanalen voor macrofyten
ARCADIS Onderzoek Bloemendaal en Roelofs gebruiken voor analyse.
ARCADIS Verwerken commentaar schema's ten behoeve van concept-rapportage

Agenda:

1. Welkom (Jan van Kempen)
2. Opening en voorstelronde (voor zover nodig)
3. Toelichting op Baggernut en weteringen in het beheergebied van WS Veluwe (Jan van Kempen)
4. Achtergrond bij de beïnvloedingsschema's en doel van de workshop (Bart Reeze)
5. Bespreking beïnvloedingsschema's:
 - a. Zijn de belangrijkste factoren benoemd (ik heb zelf inmiddels een belangrijke ontbrekende factor ontdekt bij de oeverplanten);
 - b. Welke relaties zijn daarvan weer het belangrijkste (en moeten vetgedrukt)?
 - c. Waar liggen (de belangrijkste) interacties met de waterbodem?

6. Beschouwing/ discussie:
 - a. Wat valt op in de schema's?
 - b. Relatie waterbodembodem/ baggeren en ecologie: Baggernut en verder?
7. Afspraken en sluiting

Ad 3. Toelichting op Baggernut en weteringen in het beheergebied van WS Veluwe

Jan van Kempen geeft een korte toelichting op het project Baggernut. WS Veluwe voert een aantal activiteiten uit binnen baggernut: naleveringsproeven voor en na baggeren, een watersysteemanalyse voor de weteringen en een nader onderzoek naar de effecten van baggeren op ecologie. Deze workshop is onderdeel van het nader onderzoek naar de effecten van baggeren op ecologie. Dit onderzoek wordt (net als de watersysteemanalyse) uitgevoerd door ARCADIS.

De weteringen in het waterschap Veluwe stromen vrijwel altijd. In de zomerperiode worden de weteringen gevoed (of doorstroomd) met water uit de IJssel. Uit de watersysteemanalyse van de Grote wetering is gebleken dat nalevering vanuit de waterbodembodem een ondergeschikte rol speelt in de nutriëntenbalans (resultaat watersysteemanalyse).

Naar aanleiding van de introductie worden enkele opmerkingen gemaakt:

- GB vraagt of het baggeren wel goed wordt uitgevoerd. Vaak blijft na baggeren toch nog een dun laagje slib achter waardoor toch nog nalevering kan plaatsvinden en effecten op ecologie uitblijven. De baggerlaag is ook zo terug: deze kan aangroeien met ca. 5 cm/ per jaar. RG vraagt zich af of er in de praktijk wel effecten op ecologie te verwachten zijn.
- YD merkt op dat baggeren in eerste instantie geen KRW-maatregel is, maar een maatregel tegen wateroverlast.
- Het maakt ook nog uit waar de bagger wordt afgezet. JW licht toe dat het slib vooral op aanliggende (maïs)percelen is toegepast en nauwelijks direct langs de oever.
- RG meldt dat de manier van baggeren nogal kan uitmaken voor de resultaten. Rob onderscheidt drie typen baggeren:
 - schuiven/ mechanisch baggeren;
 - zuigen;
 - droog baggeren.WS Veluwe past vooral mechanisch baggeren toe (JW: grijpers met open bak, geen 'milieuknijpers').

Ad 4. Achtergrond bij de beïnvloedingsschema's en doel van de workshop

Bart Reeze licht toe dat het effect van baggeren op de ecologie langs drie sporen wordt onderzocht:

1. Nadere analyse van het doelgat voor macrofyten in de weteringen met behulp van het model Aqmad (Deltares);
2. Het vergelijken van de vegetatie voor en na baggeren (incl. analyse met Aqmad);
3. Conceptueel schema maken van beïnvloedingsfactoren en beoordelen welke rol verschillende invloedsfactoren spelen per kwaliteitselement.

Het doel van de workshop is het bediscussiëren van eerste aanzet voor spoor 3: beïnvloedingsschema's waarin het theoretisch effect van baggeren op ecologie inzichtelijk wordt gemaakt.

ARCADIS

Opmerkingen en vragen naar aanleiding van de achtergrond en beïnvloedingsschema's:

- Bart vraagt of iemand toevallig voorbeelden van andere beïnvloedingsschema's kent: ARCADIS heeft ze (nog) niet kunnen vinden. RG kent vergelijkbare voorbeelden en zal ze opzoeken (actie Rob). RvdW verwijst naar voorbeelden van Harry Hosper (actie Bart).
- GB vraagt zich af waarom waterplanten blijkbaar zo slecht scoren. Zijn de beoordelingen goed uitgevoerd? Zijn er voldoende opnamen gebruikt (minimaal 6)? En welke deelmaatlaten scoren dan minder goed? Dit vraagt om een nadere analyse (actie ARCADIS). Ter vergelijking: de weteringen in de Liemers (WRIJ) scoren wel goed. Ook hier zou naar gekeken moeten worden (actie ARCADIS).
- RvK merkt op dat de definitie van het watertype ook erg belangrijk is voor de scores op de maatlat. In Veluwe zijn de weteringen gekarakteriseerd als een M3-watertype, waar iedereen mee instemt.
- RvK vraagt waarom er aparte beïnvloedingsschema's zijn gemaakt voor fyto benthos, oeverplanten en waterplanten. Fyto benthos wordt immers niet gebruikt in M-typen en oeverplanten zijn geen apart kwaliteitselement (maar een deelmaatlat). Dit is correct. Er is gekozen om voor alle drie een schema op stellen vanwege de volledigheid (fyto benthos) en verschillende beïnvloedingsrelaties voor waterplanten en oeverplanten.
- GB merkt op dat de beschikbaarheid van zaden ook een beïnvloedingsfactor is. Deze kan worden opgenomen onder de 'S' van soorten.
- RG vraagt zich af hoe opwoeling door vis in de schema's kan worden opgenomen: dit is een belangrijke ecologische relatie, maar niet terug te vinden in de schema's. BR licht toe dat geredeneerd is vanuit het kwaliteitselement. Wanneer planten bijvoorbeeld vooral last van troebeling, wordt de relatie beschreven via licht. Om de schema's overzichtelijk te houden is ervoor gekozen om degelijke secundaire relaties niet weer te geven (invloed vis via licht), tenzij ze niet mogen ontbreken.
- BR geeft aan dat naast de 6 'S'-en ook de factor 'licht' is toegevoegd in de schema's. Dit wordt gelegitimeerd door het belang van licht in M-typen. Hoewel er verschillende manieren zijn om deze factor onder te brengen bij de 6 'S'-en, heeft eigenlijk niemand problemen met een status aparte voor 'licht'.

Ad 5. Bespreking beïnvloedingsschema's

Vervolgens zijn alle beïnvloedingsschema's doorlopen aan de hand van de volgende vragen:

- a. Zijn de belangrijkste factoren benoemd?
- b. Welke relaties zijn daarvan weer het belangrijkste (en moeten vetgedrukt)?
- c. Waar liggen (de belangrijkste) interacties met de waterbodem?

De besproken wijzigingen worden hier niet afzonderlijk besproken, maar worden verwerkt in de beïnvloedingsschema's die worden opgenomen in het concept-rapport.

Belangrijke algemene opmerkingen bij de beïnvloedingsschema's:

- Helder toelichten dat de schema's zijn opgesteld met weteringen/ KRW-watertype M3 in het achterhoofd.
- Helder toelichten dat de pijlen een relatie weergeven en geen stofstroom.
- Tevens toelichten wat de dikke pijlen en de rode pijlen vanuit baggeren betekenen (het betreft een belangrijke relatie, waar ligt een relatie met baggeren).
- Waar mogelijk positieve of negatieve relatie weergeven.

ARCADIS

- 'Waterbodem/ baggeren' wordt 'Baggeren'.
- 6 'S'-en helder toelichten, vooral voor stroming (breed hydrologie) en systeemvoorwaarden (aspecten op hoog schaalniveau, zoals ondergrond, neerslag, verhang).
- Tevens toelichten hoe de genoemde onderliggende blokjes/ items bij de 'S'-en gelezen moeten worden (bijvoorbeeld 'zuurstof' onder 'stoffen').
- De toelichting 'grind, zand, slib, klei, veen' bij 'substraat' is verwarrend en kan beter worden weggelaten.
- Indien mogelijk bij de 'voedingsstoffen' weergeven welk compartiment wordt bedoeld: waterbodem en/of water.
- De invloed van redox-potentiaal, chloride en sulfaat op waterbodem-water interacties is onderdeel van Baggernut en wordt niet in de schema's opgenomen. Wel even benoemen in de rapportage.

Ad 6. Beschouwing/ discussie

De meeste genoemde punten zijn al eerder ter sprake genomen; de aanvullende opmerkingen zijn eerder in het verslag verwerkt. Nieuwe opmerkingen:

- GB raadt aan om de resultaten van het onderzoek van Bloemendaal en Roelofs ('waterplanten en waterkwaliteit') te gebruiken bij het onderzoek naar de oorzaken voor een slechte toestand voor waterplanten (actie ARCADIS). Mogelijk biedt het ook aanknopingspunten richting het effect van baggeren.
- Is het bij het baggeren zelf raadzaam om gefaseerd te baggeren zodat een snelle kolonisatie met water- en oeverplanten kan plaatsvinden? GB merkt op dat planten meestal wel in staat zijn om gebaggerde wateren vanuit zijwateren te koloniseren. Dispersie van zaden is echter wel een punt van aandacht.

Ad 7. Afspraken

ARCADIS zal de resultaten van vandaag verwerken in de concept-rapportage. De concept-rapportage wordt medio augustus afgerond en samen met de resultaten van de watersysteemanalyse besproken op dinsdag 23 augustus van 9:30 – 12:00 uur (kantoor ARCADIS, betreft alleen Andrea Swenne en Jan van Kempen, start met watersysteemanalyses).

BIJLAGE 3

AqMaD: voorbeeld "Output 1"

WATERPLANTEN				OEVERPLANTEN			
Aanwezige planten		Afwezige planten		Aanwezige planten		Afwezige planten	
Milieu Parameter	Afwijking	Afwijking	Milieu Parameter	Milieu Parameter	Afwijking	Afwijking	Milieu Parameter
Nitriet	1,0	-1,2	Nitriet	Kwel	1,8	-2,3	kwel
Totaal-Stikstof	0,8	-0,9	Totaal-Stikstof	Peilfluct	1,7	-1,5	Peilfluct
Peilfluct	0,7	-0,9	Chloride	Stroming	1,1	-1,3	Stroming
Ammonium	0,6	-0,9	Ortho-Fosfaat	CZV	0,8	-1,0	CZV
Ortho-Fosfaat	0,6	-0,8	Kalium	Totaal-Stikstof	0,4	-0,4	Chloride
Chlorofyl-a	0,6	-0,8	Chlorofyl-a	Nitraat	0,4	-0,4	Totaal-Fosfaat
Chloride	0,6	-0,8	Totaal-Fosfaat	Totaal-Fosfaat	0,4	-0,4	Nitraat
Ammoniak	0,5	-0,8	Zwevende stof	Chloride	0,3	-0,3	Totaal-Stikstof
Kalium	0,5	-0,8	Natrium	Nitriet	0,3	-0,3	Nitriet
Saliniteit	0,5	-0,7	Bicarbonaat	Bicarbonaat	0,3	-0,3	Bicarbonaat
Totaal-Fosfaat	0,5	-0,7	Magnesium	Ortho-Fosfaat	0,2	-0,2	Ortho-Fosfaat
Zwevende stof	0,5	-0,7	Sulfaat	BZV	0,2	-0,2	BZV
Bicarbonaat	0,5	-0,7	Calcium	Sulfaat	0,2	-0,1	Calcium
Calcium	0,5	-0,7	Ammonium	Calcium	0,1	-0,1	Magnesium
Nitraat	0,5	-0,7	Kjeldahl N	Magnesium	0,1	-0,1	O2 gehalte
Sulfaat	0,5	-0,7	Ammoniak	Zink	0,0	0,0	Natrium
Kjeldahl N	0,5	-0,7	Saliniteit	Zwevende stof	0,0	0,0	Zwevende stof
Natrium	0,4	-0,6	Peilfluct	Natrium	0,0	0,0	Kalium
Magnesium	0,4	-0,5	Nitraat	Kjeldahl N	0,0	0,0	Kjeldahl N
Zuurgraad	0,3	-0,4	Zuurgraad	Kalium	0,0	0,0	EGV
EGV	0,2	-0,4	EGV	Ammonium	0,0	0,1	Zink
IJzer	0,2	-0,3	BZV	O2 gehalte	0,0	0,1	Zuurgraad
BZV	0,2	-0,1	IJzer	EGV	0,0	0,1	Ammonium
CZV	0,1	-0,1	CZV	Zuurgraad	-0,1	0,1	Bodemzicht
Kwel	0,0	0,2	Bodemzicht	IJzer	-0,1	0,1	Sulfaat
Bodemzicht	-0,2	0,3	O2 gehalte	Bodemzicht	-0,1	0,2	IJzer
O2 gehalte	-0,2	0,4	Stroming	Temperatuur	-0,3	0,3	Temperatuur
Stroming	-0,3	0,4	Temperatuur	Doorzicht	-0,4	0,4	Doorzicht
Temperatuur	-0,3	0,5	Doorzicht	Saliniteit	-0,4	0,5	Saliniteit
Doorzicht	-0,4	0,6	Diepte	Diepte	-0,6	0,6	Diepte
Diepte	-0,4	0,8	O2 verzadiging	Ammoniak	-0,6	0,7	Ammoniak
O2 verzadiging	-0,6	125,0	Kwel	O2 verzadiging	-0,7	0,9	O2 verzadiging
Parameter			Parameter	Parameter			Parameter
Is te hoog			Is te hoog	Is te hoog			Is te hoog
Is OK			Is OK	Is OK			Is OK
Is te laag			Is te laag	Is te laag			Is te laag
Geringe afwijking			Geringe afwijking	Geringe afwijking			Geringe afwijking

BIJLAGE 4 Vegetatie opnamen

Waarneming	Soortenlijst AqMad)																															
		231510 (2005)	231510 (2009)	231520 (2005)	231520 (2005)	231580 (2005)	231580 (2009)	231710 (2005)	231750 (2009)	231770 (2009)	231780 (2005)	232000 (2005)	232000 (2007)	232040 (2005)	232040 (2009)	232060 (2009)	232090 (2005)	232120 (2005)	232120 (2009)	232190 (2005)	232240 (2005)	232240 (2007)	232290 (2005)	232330 (2005)	232330 (2007)	232510 (2005)	232510 (2009)	232540 (2005)	232580 (2009)	233510 (2005)	233510 (2007)	
Abutilon theophrasti																																
Aegopodium podagraria	Aegopodium podagraria																					X										
Agrostis stolonifera	Agrostis stolonifera	X		X	X	X		X				X	X	X			X			X	X	X		X	X			X		X		
Alisma plantago-aquatica	Alisma plantago-aquatica			X	X			X	X								X			X		X		X		X						
Alliaria petiolata	Alliaria petiolata			X																												
Alnus glutinosa	Alnus glutinosa										X		X											X		X				X	X	
Alopecurus geniculatus	Alopecurus geniculatus																X			X												
Alopecurus pratensis	Alopecurus pratensis			X	X								X																		X	
Anagallis arvensis subsp. arvensis																																
Angelica sylvestris	Angelica sylvestris					X		X				X	X												X		X		X		X	
Anthriscus sylvestris	Anthriscus sylvestris			X	X																	X				X						
Apium nodiflorum	Apium nodiflorum																															
Arrhenatherum elatius	Arrhenatherum elatius			X	X								X									X									X	
Berula erecta	Berula erecta	X	X	X	X			X			X		X			X	X			X												
Bidens cernua	Bidens cernua																															
Bidens frondosa	Bidens frondosa		X	X	X								X			X	X			X		X										
Bolboschoenus	Bolboschoenus maritimus						X																									
Butomus umbellatus	Butomus umbellatus													X			X				X	X										
Callitriche	Callitriche	X		X				X			X	X	X	X						X				X	X	X	X			X	X	
Caltha palustris subsp. palustris	Caltha palustris subsp. palustris																															

Waarneming	Soortenlijst AqMad)	231510 (2005)	231510 (2009)	231520 (2005)	231520 (2005)	231580 (2005)	231580 (2009)	231710 (2005)	231750 (2009)	231770 (2009)	231780 (2005)	232000 (2005)	232000 (2007)	232040 (2005)	232040 (2009)	232060 (2009)	232090 (2005)	232120 (2005)	232120 (2009)	232190 (2005)	232240 (2005)	232240 (2007)	232290 (2005)	232330 (2005)	232330 (2007)	232510 (2005)	232510 (2009)	232540 (2005)	232580 (2009)	233510 (2005)	233510 (2007)		
Calystegia sepium	Calystegia sepium		X	X		X		X												X	X		X	X	X	X	X	X	X	X			
Capsella bursa-pastoris	Capsella bursa-pastoris			X													X			X													
Carex acuta	Carex acuta		X	X	X	X		X		X		X	X	X				X	X	X						X	X	X					
Carex cuprina	Carex	X	X	X																													
Carex digitata	Carex																																
Carex disticha	Carex distachia										X																						
Carex otrubae	Carex otrubae																																
Carex paniculata	Carex paniculata																																
Carex pseudocyperus	Carex pseudocyperus																							X									
Carex remota	Carex remota	X																						X									
Carex riparia	Carex riparia																		X						X								
Catabrosa aquatica	Catabrosa aquatica																X																
Ceratophyllum demersum	Ceratophyllum demersum						X	X				X											X	X	X						X		
Chaenorhinum minus																																	
Chara	Chara species																			X													
Chara vulgaris	Chara vulgaris																																
Chenopodium album	Chenopodium album			X	X														X		X												
Cirsium arvense	Cirsium arvense				X																	X											
Cladophora	Cladophora		X				X									X											X						
Conyza canadensis	Conyza canadensis			X																X													
Dactylis glomerata	Dactylis glomerata			X								X																					
Eleocharis palustris	Eleocharis palustris								X								X																
Elodea nuttallii	Elodea nuttallii	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elymus repens																																	

Waarneming	Soortenlijst AqMad)	231510 (2005)	231510 (2009)	231520 (2005)	231520 (2005)	231580 (2005)	231580 (2009)	231710 (2005)	231750 (2009)	231770 (2009)	231780 (2005)	232000 (2005)	232000 (2007)	232040 (2005)	232040 (2009)	232060 (2009)	232090 (2005)	232120 (2005)	232120 (2009)	232190 (2005)	232240 (2005)	232240 (2007)	232290 (2005)	232330 (2005)	232330 (2007)	232510 (2005)	232510 (2009)	232540 (2005)	232580 (2009)	233510 (2005)	233510 (2007)		
Enteromorpha	Enteromorpha intestinalis															X																	
Epilobium ciliatum	Epilobium ciliatum																			X													
Epilobium hirsutum	Epilobium hirsutum															X				X				X									
Epilobium parviflorum	Epilobium parviflorum			X			X																										
Epilobium tetragonum	Epilobium tetragonum			X																													
Equisetum arvense	Equisetum arvense			X	X																							X					
Equisetum palustre	Equisetum palustre				X																	X											
Euphorbia helioscopia	Euphorbia helioscopia				X																												
Fallopia																																	
Festuca arundinacea	Festuca arundinacea			X		X		X																								X	
Festuca rubra	Festuca rubra												X																			X	
Filipendula ulmaria	Filipendula ulmaria		X						X	X	X										X			X		X	X			X	X		
Fraxinus excelsior	Fraxinus excelsior	X																															
Fumaria officinalis	Heracleum			X																													
Galium aparine	Galium aparine				X																	X											
Galium palustre	Galium palustre																				X			X									
Glechoma hederacea	Glechoma hederacea			X	X																												
Glyceria fluitans	Glyceria fluitans	X	X	X											X	X				X			X		X				X				
Glyceria maxima	Glyceria maxima	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Heracleum sphondylium	Heracleum sphondylium			X																													
Holcus lanatus	Holcus lanatus			X	X															X					X								
Hydrocharis morsus-ranae	Hydrocharis morsus-ranae			X	X	X	X	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X		X						X		X		X	
Iris pseudacorus	Iris pseudacorus	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X			X				

Waarneming	Soortenlijst AqMad)	231510 (2005)	231510 (2009)	231520 (2005)	231520 (2005)	231580 (2005)	231580 (2009)	231710 (2005)	231750 (2009)	231770 (2009)	231780 (2005)	232000 (2005)	232000 (2007)	232040 (2005)	232040 (2009)	232060 (2009)	232090 (2005)	232120 (2005)	232120 (2009)	232190 (2005)	232240 (2005)	232240 (2007)	232290 (2005)	232330 (2005)	232330 (2007)	232510 (2005)	232510 (2009)	232540 (2005)	232580 (2009)	233510 (2005)	233510 (2007)	
Juncus articulatus	Juncus articulatus																X					X										
Juncus bufonius	Juncus bufonius				X												X		X													
Juncus conglomeratus	Juncus conglomeratus																				X											
Juncus effusus	Juncus effusus					X	X		X			X	X		X		X				X		X	X	X	X		X	X	X		
Lemna minor	Lemna minor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lemna trisulca	Lemna trisulca		X					X	X	X	X	X	X		X	X					X	X	X		X	X		X		X	X	
Linaria vulgaris																																
Lolium perenne	Lolium perenne			X													X			X												
Lotus pedunculatus	Lotus pedunculatus																															
Lotus uliginosus	Lotus																				X			X				X				
Lycopus europaeus	Lycopus europaeus			X	X																		X			X					X	
Lysimachia nummularia	Lysimachia nummularia			X																	X				X							
Lysimachia vulgaris	Lysimachia vulgaris																						X									
Lythrum salicaria	Lythrum salicaria																															
Matricaria recutita	Matricaria recutita			X	X															X		X										
Mentha aquatica	Mentha aquatica			X	X							X	X			X	X			X		X		X								
Myosotis laxa subsp. cespitosa	Myosotis laxa																													X		
Myosotis palustris	Myosotis			X	X	X		X			X	X	X	X			X			X		X						X				
Myriophyllum	Myriophyllum																									X						
Myriophyllum spicatum	Myriophyllum spicatum																											X		X		
Nitella mucronata	Nitella mucronata																															
Nitella	Nitella																															
Nuphar lutea	Nuphar lutea			X		X			X	X				X	X		X	X	X	X												
Nymphoides peltata	Nymphoides peltata	X	X														X								X							

Waarneming	Soortenlijst AqMad)																																	
		231510 (2005)	231510 (2009)	231520 (2005)	231520 (2005)	231580 (2005)	231580 (2009)	231710 (2005)	231750 (2009)	231770 (2009)	231780 (2005)	232000 (2005)	232000 (2007)	232040 (2005)	232040 (2009)	232060 (2009)	232090 (2005)	232120 (2005)	232120 (2009)	232190 (2005)	232240 (2005)	232240 (2007)	232290 (2005)	232330 (2005)	232330 (2007)	232510 (2005)	232510 (2009)	232540 (2005)	232580 (2009)	233510 (2005)	233510 (2007)			
Nymphaea alba	Nymphaea alba																																	
Oenanthe aquatica	Oenanthe aquatica			X												X		X																
Oenanthe fistulosa	Oenanthe fistulosa																																	
Papaver rhoeas																																		
Persicaria amphibia	Persicaria amphibia					X		X						X		X		X												X				
Persicaria maculosa	Persicaria maculosa			X	X											X		X																
Phalaris arundinacea	Phalaris arundinacea	X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Phleum pratense	Phleum pratense			X												X		X																
Phragmites australis	Phragmites australis			X	X																	X							X	X	X			
Plantago major	Plantago major			X	X											X		X																
Poa annua	Poa annua															X		X																
Poa pratensis	Poa pratensis																																	
Poa trivialis	Poa trivialis			X	X														X															
Polygonum amphibium	Polygonum	X									X	X													X	X						X		
Polygonum aviculare	Polygonum aviculare			X	X											X																		
Potamogeton lucens	Potamogeton lucens							X															X											
Potamogeton natans	Potamogeton natans																																	
Potamogeton pectinatus	Potamogeton pectinatus			X			X	X																										
Potamogeton perfoliatus	Potamogeton perfoliatus			X	X		X									X						X			X									
Potamogeton pusillus	Potamogeton pusillus											X	X																				X	
Potamogeton trichoides	Potamogeton trichoides						X									X																	X	
Ranunculus flammula	Ranunculus flammula																															X		
Ranunculus repens	Ranunculus repens				X																										X			
Ranunculus sceleratus	Ranunculus sceleratus			X	X											X		X																
Riccia fluitans	Riccia fluitans						X																											

Waarneming	Soortenlijst AqMad)	231510 (2005)	231510 (2009)	231520 (2005)	231520 (2005)	231580 (2005)	231580 (2009)	231710 (2005)	231750 (2009)	231770 (2009)	231780 (2005)	232000 (2005)	232000 (2007)	232040 (2005)	232040 (2009)	232060 (2009)	232090 (2005)	232120 (2005)	232120 (2009)	232190 (2005)	232240 (2005)	232240 (2007)	232290 (2005)	232330 (2005)	232330 (2007)	232510 (2005)	232510 (2009)	232540 (2005)	232580 (2009)	233510 (2005)	233510 (2007)		
Rorippa amphibia	Rorippa amphibia			X																													
Rorippa microphylla	Rorippa microphylla			X	X												X			X				X								X	
Rorippa sylvestris	Rorippa sylvestris				X																												
Rubus fruticosus	Rubus fruticosus s.s.				X																												
Rumex conglomeratus	Rumex conglomeratus			X	X																			X									
Rumex hydrolapathum	Rumex hydrolapathum		X				X	X	X	X				X	X		X	X		X													
Rumex obtusifolius	Rumex obtusifolius																								X								
Sagittaria sagittifolia	Sagittaria sagittifolia		X	X	X	X	X		X	X	X			X	X		X	X	X	X													
Scirpus sylvaticus	Scirpus sylvaticus											X	X																			X	
Scutellaria galericulata	Scutellaria galericulata																																
Sium latifolium	Sium latifolium																						X										
Solanum dulcamara	Solanum dulcamara						X																										
Sonchus	Sonchus																																X
Sonchus asper	Sonchus asper																X			X													
Sparganium erectum subsp. erectum	Sparganium erectum subsp. erectum						X							X	X				X														
Sparganium emersum	Sparganium emersum			X									X				X								X								X
Sparganium erectum	Sparganium erectum			X									X				X			X		X											X
Spergula arvensis	Spergula																			X													
Spirodela polyrhiza	Spirodela polyrhiza	X		X	X			X			X	X	X	X			X			X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	
Stachys palustris	Stachys palustris																																
Stachys sylvatica	Stachys sylvatica			X																													
Stellaria media	Stellaria media																X																
Symphytum officinale	Symphytum officinale	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X		X	X		X									X
Tolypella																																	

Waarneming	Soortenlijst AqMad)	Soortenlijst AqMad)																														
		231510 (2005)	231510 (2009)	231520 (2005)	231520 (2005)	231580 (2005)	231580 (2009)	231710 (2005)	231750 (2009)	231770 (2009)	231780 (2005)	232000 (2005)	232000 (2007)	232040 (2005)	232040 (2009)	232060 (2009)	232090 (2005)	232120 (2005)	232120 (2009)	232190 (2005)	232240 (2005)	232240 (2007)	232290 (2005)	232330 (2005)	232330 (2007)	232510 (2005)	232510 (2009)	232540 (2005)	232580 (2009)	233510 (2005)	233510 (2007)	
Trifolium repens	Trifolium repens		X													X			X													
Typha	Typha		X	X																												
Typha latifolia	Typha latifolia																								X							
Urtica dioica	Urtica dioica		X								X										X										X	
Valeriana officinalis	Valeriana officinalis	X	X		X	X				X	X						X						X		X							
Veronica beccabunga	Veronica beccabunga																		X				X									
Veronica catenata	Veronica catenata		X	X																												
Veronica persica	Veronica persica		X																													
Vicia cracca	Vicia cracca																														X	

Soortenlijst XXX

Waarneming	Soortenlijst AqMad)	240500 (2005)	240500 (2008)	240510 (2008)	241010 (2008)	241050 (2005)	241050 (2008)	260780 (2009)	600720 (2008)	600721 (2008)	600760 (2008)	600761 (2008)
Abutilon theophrasti												
Aegopodium podagraria	Aegopodium podagraria											
Agrostis stolonifera	Agrostis stolonifera	X				X						
Alisma plantago-aquatica	Alisma plantago-aquatica											
Alliaria petiolata	Alliaria petiolata											
Alnus glutinosa	Alnus glutinosa									X		
Alopecurus geniculatus	Alopecurus geniculatus											
Alopecurus pratensis	Alopecurus pratensis									X		X
Anagallis arvensis subsp. arvensis												
Angelica sylvestris	Angelica sylvestris											
Anthriscus sylvestris	Anthriscus sylvestris											
Apium nodiflorum	Apium nodiflorum						X					
Arrhenatherum elatius	Arrhenatherum elatius											X
Berula erecta	Berula erecta	X				X	X					
Bidens cernua	Bidens cernua	X										
Bidens frondosa	Bidens frondosa	X		X				X				X
Bolboschoenus	Bolboschoenus maritimus											
Butomus umbellatus	Butomus umbellatus						X				X	X
Callitriche	Callitriche											
Caltha palustris subsp. palustris	Caltha palustris subsp. palustris	X		X								
Calystegia sepium	Calystegia sepium				X							
Capsella bursa-pastoris	Capsella bursa-pastoris											

Waarneming	Soortenlijst AqMad)	240500 (2005)	240500 (2008)	240510 (2008)	241010 (2008)	241050 (2005)	241050 (2008)	260780 (2009)	600720 (2008)	600721 (2008)	600760 (2008)	600761 (2008)
Carex acuta	Carex acuta			X		X						
Carex cuprina	Carex											
Carex digitata	Carex			X								
Carex disticha	Carex distachia									X		
Carex otrubae	Carex otrubae			X								
Carex paniculata	Carex paniculata											X
Carex pseudocyperus	Carex pseudocyperus							X				
Carex remota	Carex remota											
Carex riparia	Carex riparia	X				X	X					
Catabrosa aquatica	Catabrosa aquatica											
Ceratophyllum demersum	Ceratophyllum demersum	X	X	X		X	X	X				X
Chaenorhinum minus												
Chara	Chara species											
Chara vulgaris	Chara vulgaris										X	
Chenopodium album	Chenopodium album											
Cirsium arvense	Cirsium arvense											
Cladophora	Cladophora											
Conyza canadensis	Conyza canadensis											
Dactylis glomerata	Dactylis glomerata											
Eleocharis palustris	Eleocharis palustris		X									
Elodea nuttallii	Elodea nuttallii		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elymus repens												
Enteromorpha	Enteromorpha intestinalis											

Waarneming	Soortenlijst AqMad)	240500 (2005)	240500 (2008)	240510 (2008)	241010 (2008)	241050 (2005)	241050 (2008)	260780 (2009)	600720 (2008)	600721 (2008)	600760 (2008)	600761 (2008)
Epilobium ciliatum	Epilobium ciliatum											
Epilobium hirsutum	Epilobium hirsutum			X	X							
Epilobium parviflorum	Epilobium parviflorum							X	X			
Epilobium tetragonum	Epilobium tetragonum											
Equisetum arvense	Equisetum arvense											
Equisetum palustre	Equisetum palustre											
Euphorbia helioscopia	Euphorbia helioscopia											
Fallopia												
Festuca arundinacea	Festuca arundinacea											
Festuca rubra	Festuca rubra											
Filipendula ulmaria	Filipendula ulmaria											
Fraxinus excelsior	Fraxinus excelsior											
Fumaria officinalis	Heracleum											
Galium aparine	Galium aparine											
Galium palustre	Galium palustre	X	X	X								
Glechoma hederacea	Glechoma hederacea											
Glyceria fluitans	Glyceria fluitans					X						
Glyceria maxima	Glyceria maxima	X				X	X	X		X	X	X
Heracleum sphondylium	Heracleum sphondylium											
Holcus lanatus	Holcus lanatus						X		X	X		
Hydrocharis morsus-ranae	Hydrocharis morsus-ranae	X	X	X		X	X	X		X	X	X
Iris pseudacorus	Iris pseudacorus	X		X		X			X	X		
Juncus articulatus	Juncus articulatus											

Waarneming	Soortenlijst AqMad)	240500 (2005)	240500 (2008)	240510 (2008)	241010 (2008)	241050 (2005)	241050 (2008)	260780 (2009)	600720 (2008)	600721 (2008)	600760 (2008)	600761 (2008)
Juncus bufonius	Juncus bufonius											
Juncus conglomeratus	Juncus conglomeratus		X	X								X
Juncus effusus	Juncus effusus		X	X				X	X			
Lemna minor	Lemna minor	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Lemna trisulca	Lemna trisulca		X	X				X	X	X	X	
Linaria vulgaris												
Lolium perenne	Lolium perenne											
Lotus pedunculatus	Lotus pedunculatus									X		
Lotus uliginosus	Lotus											
Lycopus europaeus	Lycopus europaeus	X		X								
Lysimachia nummularia	Lysimachia nummularia	X										
Lysimachia vulgaris	Lysimachia vulgaris											
Lythrum salicaria	Lythrum salicaria									X		
Matricaria recutita	Matricaria recutita											
Mentha aquatica	Mentha aquatica											
Myosotis laxa subsp. cespitosa	Myosotis laxa							X				X
Myosotis palustris	Myosotis	X				X						
Myriophyllum	Myriophyllum											
Myriophyllum spicatum	Myriophyllum spicatum											
Nitella mucronata	Nitella mucronata					X						
Nitella	Nitella						X					
Nuphar lutea	Nuphar lutea	X	X	X	X	X	X					
Nymphoides peltata	Nymphoides peltata											

Waarneming	Soortenlijst AqMad)	240500 (2005)	240500 (2008)	240510 (2008)	241010 (2008)	241050 (2005)	241050 (2008)	260780 (2009)	600720 (2008)	600721 (2008)	600760 (2008)	600761 (2008)
Nymphaea alba	Nymphaea alba			X								
Oenanthe aquatica	Oenanthe aquatica											
Oenanthe fistulosa	Oenanthe fistulosa			X								
Papaver rhoeas												
Persicaria amphibia	Persicaria amphibia		X				X	X	X	X		X
Persicaria maculosa	Persicaria maculosa											
Phalaris arundinacea	Phalaris arundinacea	X	X	X		X		X	X	X		X
Phleum pratense	Phleum pratense											
Phragmites australis	Phragmites australis				X							
Plantago major	Plantago major											
Poa annua	Poa annua											
Poa pratensis	Poa pratensis			X								
Poa trivialis	Poa trivialis		X				X		X	X	X	X
Polygonum amphibium	Polygonum	X										
Polygonum aviculare	Polygonum aviculare											
Potamogeton lucens	Potamogeton lucens											
Potamogeton natans	Potamogeton natans							X				
Potamogeton pectinatus	Potamogeton pectinatus					X	X					
Potamogeton perfoliatus	Potamogeton perfoliatus		X			X	X	X				
Potamogeton pusillus	Potamogeton pusillus	X									X	
Potamogeton trichoides	Potamogeton trichoides							X				
Ranunculus flammula	Ranunculus flammula											
Ranunculus repens	Ranunculus repens											

Waarneming	Soortenlijst AqMad)	240500 (2005)	240500 (2008)	240510 (2008)	241010 (2008)	241050 (2005)	241050 (2008)	260780 (2009)	600720 (2008)	600721 (2008)	600760 (2008)	600761 (2008)
Ranunculus sceleratus	Ranunculus sceleratus											
Riccia fluitans	Riccia fluitans											
Rorippa amphibia	Rorippa amphibia											
Rorippa microphylla	Rorippa microphylla											
Rorippa sylvestris	Rorippa sylvestris											
Rubus fruticosus	Rubus fruticosus s.s.											
Rumex conglomeratus	Rumex conglomeratus											
Rumex hydrolapathum	Rumex hydrolapathum	X		X		X	X	X		X		X
Rumex obtusifolius	Rumex obtusifolius											
Sagittaria sagittifolia	Sagittaria sagittifolia	X	X	X		X	X	X	X		X	
Scirpus sylvaticus	Scirpus sylvaticus											
Scutellaria galericulata	Scutellaria galericulata	X						X				
Sium latifolium	Sium latifolium											
Solanum dulcamara	Solanum dulcamara			X	X							
Sonchus	Sonchus											
Sonchus asper	Sonchus asper											
Sparganium erectum subsp. erectum	Sparganium erectum subsp. erectum							X				
Sparganium emersum	Sparganium emersum									X		
Sparganium erectum	Sparganium erectum	X									X	X
Spergula arvensis	Spergula											
Spirodela polyrhiza	Spirodela polyrhiza	X				X						
Stachys palustris	Stachys palustris			X	X							
Stachys sylvatica	Stachys sylvatica											

Waarneming	Soortenlijst AqMad)	240500 (2005)	240500 (2008)	240510 (2008)	241010 (2008)	241050 (2005)	241050 (2008)	260780 (2009)	600720 (2008)	600721 (2008)	600760 (2008)	600761 (2008)
Stellaria media	Stellaria media											
Symphytum officinale	Symphytum officinale							X			X	X
Tolypella												
Trifolium repens	Trifolium repens											
Typha	Typha											
Typha latifolia	Typha latifolia				X							
Urtica dioica	Urtica dioica											
Valeriana officinalis	Valeriana officinalis	X		X						X		
Veronica beccabunga	Veronica beccabunga											
Veronica catenata	Veronica catenata	X										
Veronica persica	Veronica persica											
Vicia cracca	Vicia cracca											

Colofon

EFFECTEN BAGGEREN OP ECOLOGIE WETERINGEN

OPDRACHTGEVER:

Waterschap Veluwe

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

ir. B. de Vlieger
dr.ir. H. van de Weerd
ir. A.J.G. Reeze

GECONTROLEERD DOOR:

dr.ir. H. van de Weerd

VRIJGEGEVEN DOOR:

dr.ir. H. van de Weerd

21 december 2011
075982257:0.2

ARCADIS NEDERLAND BV
Het Rietveld 59a
Postbus 673
7300 AR Apeldoorn
Tel 055 5815 999
Fax 055 5815 599
www.arcadis.nl
Handelsregister 9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.