

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

MEMO

Onderwerp:
Baggernut Rivierenland - Watersysteemanalyse Alblasserwaard

Apeldoorn,
12 juli 2012

Projectnummer:
C01012.100073

DIVISIE WATER

Van:
H van de Weerd

Opgesteld door:
M.Bloemerts/H.van de Weerd/M.van Heukelum

Afdeling:
Kenniss&Beleidsadvies

Ons kenmerk:
076515621:A

Aan:
Hella Pomarius
Ronald Gylstra

Kopieën aan:
Rikje van de Weerd
Sophie Boland
Mark van Heukelum
Mirjam Bloemerts

Baggernut Rivierenland – Watersysteemanalyse Alblasserwaard

Achtergrond

In het kader van Baggernut wordt een systeemanalyse opgesteld voor de Alblasserwaard. In tegenstelling tot andere waterschappen brengt waterschap Rivierenland de hele polder in als “te onderzoeken watersysteem”. Daarnaast doet het waterschap onderzoek op 12 locaties binnen het watersysteem. Hoofdvragen van Waterschap Rivierenland zijn:

- Wat is het effect van de Baggercyclus op de ecologische waterkwaliteit in de watergangen?
- Hoe functioneert het watersysteem en wat is het effect van de waterbodem op het watersysteem?

Voor de watersysteemanalyse wordt een door het waterschap opgestelde water- en stoffenbalans gebruikt. Daarnaast wordt gefocust op het opstellen van een ruimtelijk beeld van de bodem- en waterkwaliteit in de Alblasserwaard en de verschillen tussen de onderzoekslocaties. De watersysteemanalyse is gebaseerd op de beschikbare gegevens tot zomer 2010. In een startgesprek zijn verdere achtergronden van het onderzoek besproken en is een eerste gezamenlijke aanzet gemaakt om de factoren te benoemen die de verschillen tussen de locaties zo goed mogelijk weergeven. Deze worden hier kort weergegeven.

Waterschap Rivierenland heeft in de Alblasserwaard op 12 locaties de huidige toestand in de zomer van 2010 gemeten. Er zijn metingen gedaan van de fysisch chemische waterkwaliteit, ecologische waterkwaliteit (vegetatie en macrofauna) en fysisch-chemische waterbodemkwaliteit. Op deze locaties

ARCADIS

worden de metingen voortgezet in de winter van 2010-2011, de zomer van 2011 en de winter van 2011-2012.

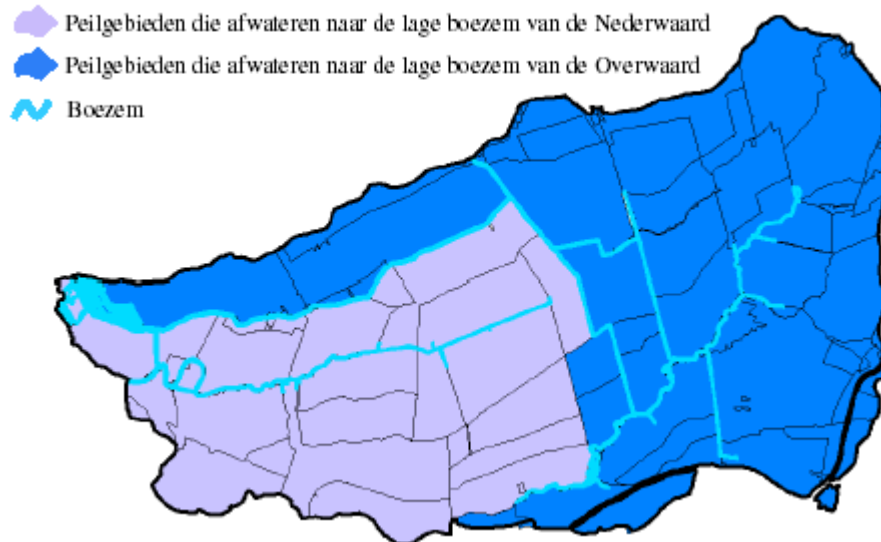
Er is gekozen om de metingen uit te voeren in A-watgangen waarbij het maaien en baggeren in eigen beheer is. Afgezien van het jaar waarin de laatste baggeractiviteit heeft plaatsgevonden (respectievelijk 1998, 2000, 2003, 2006, 2008, 2009) zijn deze locaties zo gelijk mogelijk gekozen. De watgangen worden beperkt beïnvloed door inlaat en uitlaatpunten. Daarnaast zijn dimensie, beschaduwing en bereikbaarheid zoveel mogelijk gelijk gehouden. Achterliggend idee is dat, door zoveel als mogelijk alle beïnvloedingen behalve de baggerhistorie gelijk te houden, de eventuele invloed van de waterbodem op de nutriëntenbalans beter inzichtelijk wordt en ook het effect van de baggercyclus beter vast te stellen is.

Uit proeven blijkt dat de duur van de baggercyclus groot effect heeft op de ecologische waterkwaliteit. De eerste resultaten van Rivierenland wijzen hier niet op (mond mededeling Ronald Gylstra). In proeven wordt het beheer zeer gecontroleerd gedaan en zijn ook alle andere omstandigheden zeer constant. Dit kan niet gezegd worden van de geselecteerde locaties. Het is lastig te achterhalen hoe het beheer precies is uitgevoerd (werk wordt uitbesteed aan verschillende bedrijven). Verder zijn er ondanks de inspanning om zo gelijk mogelijke locaties te kiezen nog steeds verschillen tussen de verschillende locaties. Belangrijke verschillen zijn:

- kwel;
- externe belasting;
- afstand tot/beïnvloeding door inlaat en uitlaat;
- bodemsamenstelling en -kwaliteit;
- onderhoud;
- dimensie (met name diepte kan belangrijk zijn);
- maatgevende afvoer (De max. hoeveelheid water die door de watgang moet kunnen stromen, dit zegt iets over het achterliggend afwaterend gebied. Deze parameter zegt met name iets over de afvoer in de winter).

Leeswijzer

In deze memo geven we een systeembeschrijving van de Alblasserwaard en schetsen we een beeld van de Alblasserwaard aan de hand van de meetgegevens van zomer 2010 en gegevens over de hierboven genoemde factoren. De twee laatst genoemde factoren, dimensie en maatgevende afvoer, zijn uiteindelijk niet mee genomen in de analyse. Door middel van water- en stoffenbalansen (Waterschap Rivierenland, 2010) wordt een totaalbeeld van het watersysteem verkregen. Aan de hand hiervan doen we uitspraken over de te verwachten rol van de waterbodem en de invloed op de waterkwaliteit. Hierbij focussen we op nalevering.



Figuur 1. Overzichtskartaal van de Alblasserwaard met de deelstroomgebieden Nederwaard en Overwaard en de bijbehorende boezems (Hydrologic, 2010)

Systeembeschrijving van de Alblasserwaard

Het onderzoeksgebied bestaat uit de watersystemen van de Nederwaard en de Overwaard. Water vanuit deze deelstroomgebieden wordt via de lage boezem van de Nederwaard en de lage boezem van de Overwaard (loopt deels langs de grens van de Nederwaard) bij Kinderdijk, in het Noord oosten van het gebied, afvoeren naar de Lek. Het gebied wordt omringd door water: ten noorden van het gebied stroomt de Lek, ten oosten het Merwedekanaal, ten zuiden de Merwede en ten westen van het gebied stroomt de Noord. De belangrijkste kernen zijn aan de rand van het gebied gelegen. In figuur 1 is de overzichtskartaal gegeven van de Alblasserwaard met de peilgebieden.

De watersystemen van de Nederwaard en de Overwaard lozen via gescheiden boezemstelsels door middel van het gemaal Nederwaard en het gemaal Overwaard op maalkolken, waarna het water via de Elshoutsluis bij Kinderdijk (onder normale omstandigheden) onder vrij verval wordt afgevoerd naar de Lek. Ze worden beiden hoofdzakelijk gevoed door water vanuit de inlaat in het Noord-Westen van de Nederwaard. De Boezem van de Overwaard sluit aan op de boezem van de Nederwaard. Interactie met water van buiten de polder vindt plaats vanuit/naar deze boezem. Hoewel het gebied ten noorden van de lage boezem van de Overwaard tot het gebied van de Nederwaard behoort, watert dit gebied af via de lage boezem van de Overwaard. Het peilverschil tussen zomer en winter bedraagt in de Alblasserwaard ongeveer 5-10 cm.

Metingen zomer 2010 in relatie tot baggercyclus

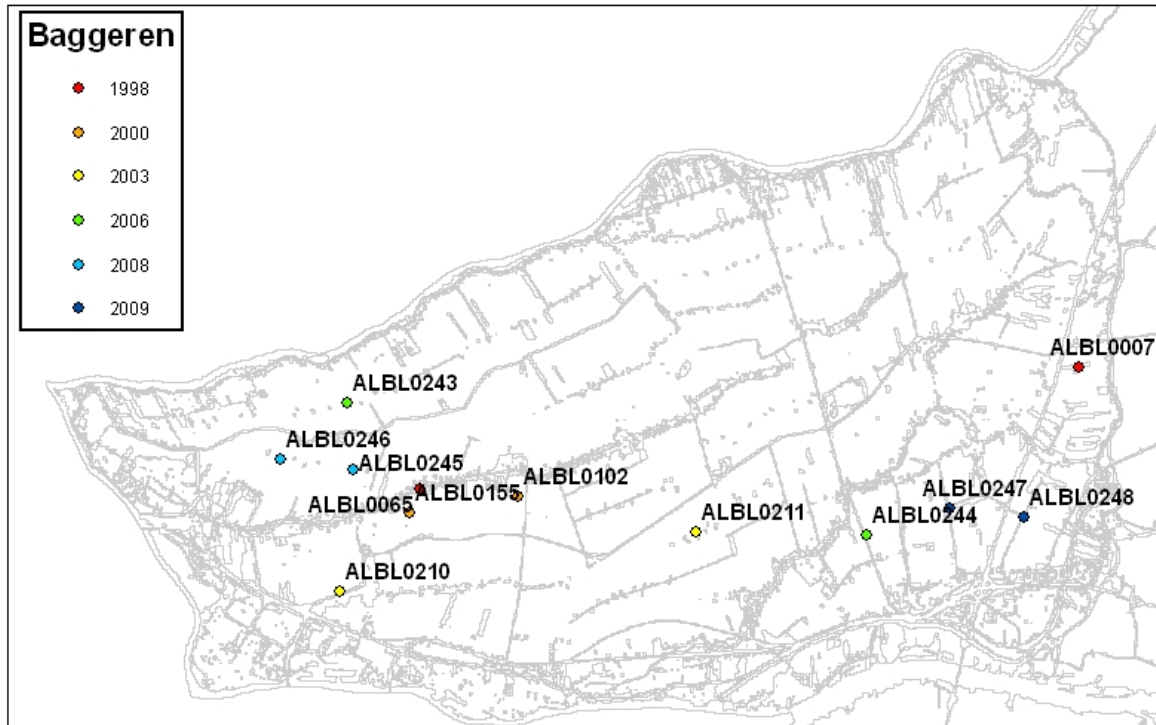
In de zomer van 2010 zijn metingen gedaan van de waterbodem en het oppervlaktewater op de 12 locaties die binnen Baggernut geselecteerd zijn. De verschillende locaties zijn gekozen vanwege hun jaar van baggeren, omdat het doel is om een link te leggen met de baggercyclus.

Met behulp van deze metingen willen we de volgende vragen beantwoorden:

- Hoe ziet op deze locaties de toestand van het water en de waterbodem eruit?
- Kunnen we op basis van deze metingen al zeggen of er een fosfaatprobleem is en of de waterbodem hierbij een rol speelt in de vorm van nalevering van fosfaat?

ARCADIS

- Zijn er verschillen waarneembaar tussen recent gebaggerde locaties en minder recent gebaggerde locaties?



Figuur 2. Meetpunten en meest recente jaar van baggeren

Oppervlaktewaterkwaliteit – Totaal P

De sloten in de Alblasterwaard zijn niet gedefinieerd als KRW waterlichaam. Qua type komen ze het meest overeen met een M8 type, gebufferde laagveensloten van minder dan 8 meter breed. En ze zijn verbonden met de boezem van de Nederwaard en Overwaard. Deze boezemwateren zijn gedefinieerd als M10 met een GEP van 0,20 mgP/l en 2,8 mgN/l (Waterschap Rivierenland, 2008).

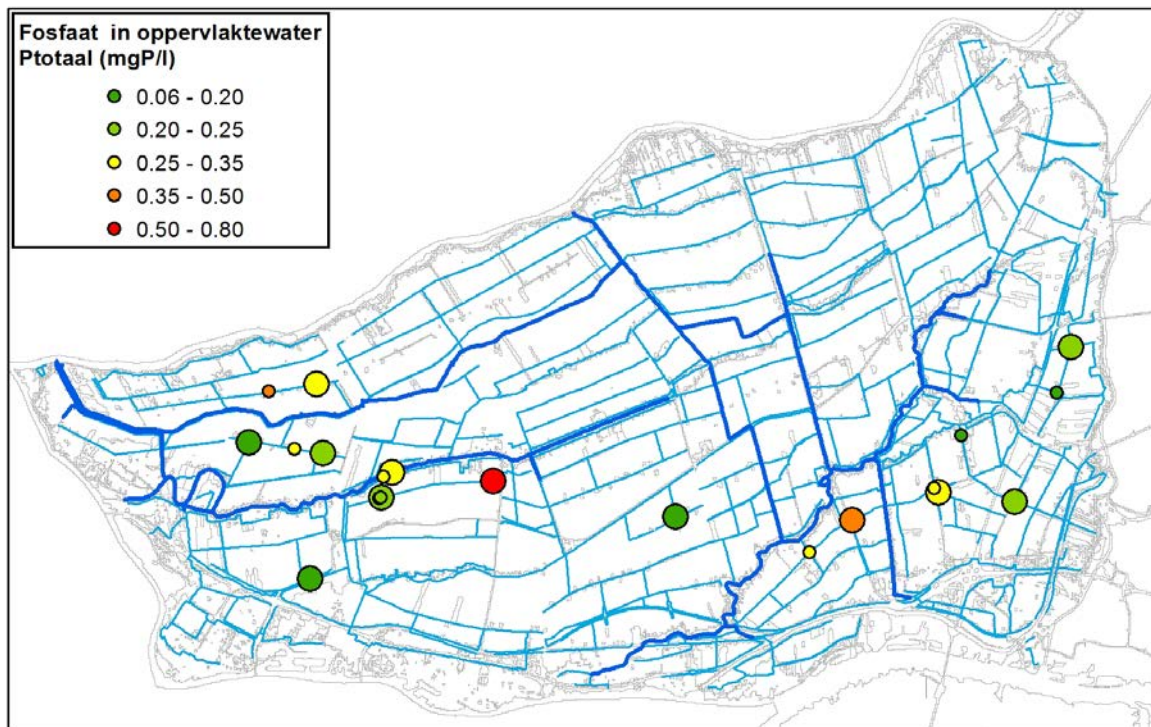
In Figuur 3 zijn de gemeten P concentraties weergegeven. De grote rondjes zijn baggernutlocaties met 1 meting op 30 augustus 2010, kleine rondjes zijn andere meetlocaties van het waterschap. Hierbij zijn gemiddelde concentraties over de periode 2004-2010 weergegeven. Op het eerste gezicht geven de baggernutlocaties geen ander beeld van het totaal P gehalte dan de locaties met meer data. Op ongeveer driekwart van de locaties ligt de totaal P concentratie boven de GEP waarde van de nabijgelegen boezem van 0,20 mg/l.

De gemiddelde¹ ortho P gehalten (niet getoond) liggen gemiddeld ruim een factor 3 lager dan het totaal P gehalten (locaties met meerdere metingen, detectielimiet 0,05, onder detectielimiet: 0,05

¹ Gemiddelde van alle beschikbare metingen op de meetlocatie in de periode 2004-2010.

ARCADIS

genomen).



Figuur 3. Gemiddelde fosfaatconcentraties in het oppervlaktewater (P-totaal in mg/l, op basis van alle beschikbare meetgegevens 2004-2010)

Waterbodem

Om een eerste inschatting te maken van de rol van de waterbodem voor de oppervlaktewaterkwaliteit, is gekeken naar twee verschillende aspecten waar een waterbodem op beoordeeld kan worden. Met de meetwaarden van afgelopen zomer van het fosfaat- en ijzergehalte in de waterbodem is een inschatting gemaakt of nalevering een rol speelt. In de handleiding sanering waterbodems (Tonkes, 2006) worden de volgende vuistregels gebruikt om een eutrofe waterbodem, waar vanuit nalevering verwacht wordt, te karakteriseren:

- het P-gehalte in de waterbodem is hoger dan 1,36 g/kg ds;
- de P/Fe-ratio is groter dan 0,055.

Voorlopig zullen we deze vuistregels gebruiken bij onze analyse (figuur 5 en 6). Nader onderzoek binnen Baggernut zal uitwijzen of dit gerechtvaardigd is.

In figuur 5 is te zien dat er op 1 van de 12 locaties een P-gehalte van meer dan 1,36 g/kg ds aangetroffen is. Het gaat om locatie ALBL0248. Zoals in figuur 6 te zien is, is dit ook de enige van de 12 locaties waar de P/Fe-ratio groter is dan 0,055. Op basis van deze gegevens lijkt dit de enige locatie te zijn waar fosfaatnalevering vanuit de waterbodem naar verwachting een belangrijke rol kan spelen. De overige locaties hebben een waterbodem met relatief lage fosfaatgehalten en genoeg ijzer om het fosfaat in de waterbodem vast te houden.

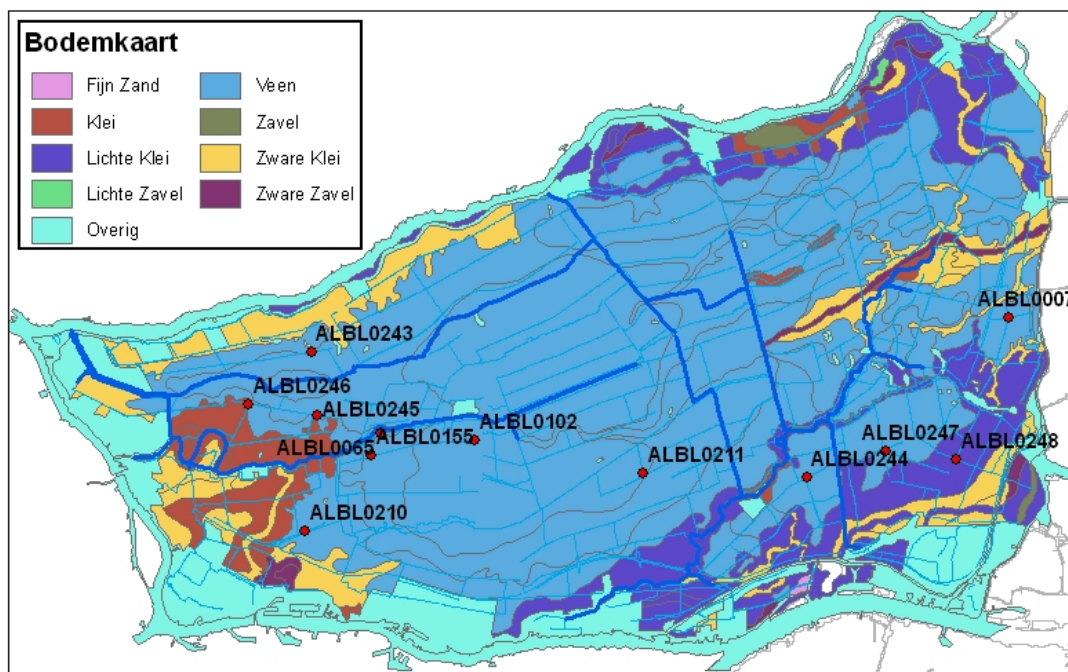
Locatie ALBL0248 is een van de twee locaties die in 2009 gebaggerd is. Dit is dus één van de twee meest recent gebaggerde locaties in de dataset. Op de andere locatie van 2009, ALBL0249, wordt geen

ARCADIS

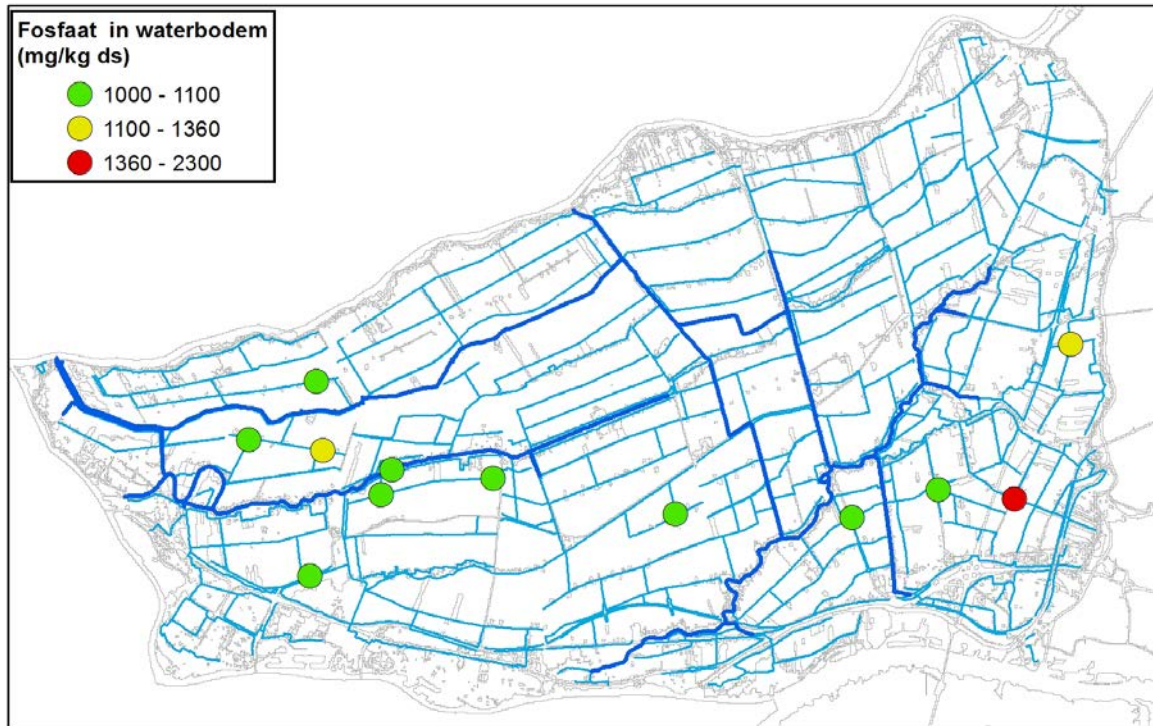
verhoogd fosfaatgehalte aangetroffen. Een hoger fosfaatgehalte op de meest recent gebaggerde locatie zou kunnen wijzen op een fosfaatrijke bodem die nadat gebaggerd is, fosfaat kwijt raakt. Echter, de anderen meetpunten bevestigen deze hypothese niet. Een logischer verklaring is dat het hogere fosfaatgehalte te maken heeft met lokale omstandigheden. Een verschil is de bodemgesteldheid. ALBL0248 is de enige locaties die in het kleigebied ligt, de anderen locaties liggen in het veengebied. Uit de gegevens van de waterbodemsamenstelling blijkt echter dat het verschil in klei-gehalte tussen deze en andere locaties klein is. Wanneer de omliggende bodem meer kleihoudend is kan hier mogelijk wel sprake zijn van verhoogde afspoeling van meststoffen (van de Weerd & Torenbeek, 2007).

Bij de metingen van de P-concentratie in de waterbodem, ligt een groot aantal van de metingen onder de detectiegrens. Hierdoor is geen exacte waarde, maar alleen een bovengrens van het P-gehalte van de waterbodem bekend. Deze detectiegrens (1mg/kg ds) hangt samen met de gekozen analyseprocedure door het lab. Om toch een P/Fe-ratio te bepalen voor de locaties met een P-gehalte in de waterbodem <1mg/kg ds is voor deze locaties gerekend met een P-gehalte van 1 mg/kg ds. Dit is de meest negatieve situatie. Uitgaande van deze getallen is er toch genoeg ijzer aanwezig om het aanwezige P in de waterbodem te binden. Dit bevestigt het beeld dat naar verwachting nalevering van fosfaat geen belangrijke rol speelt.

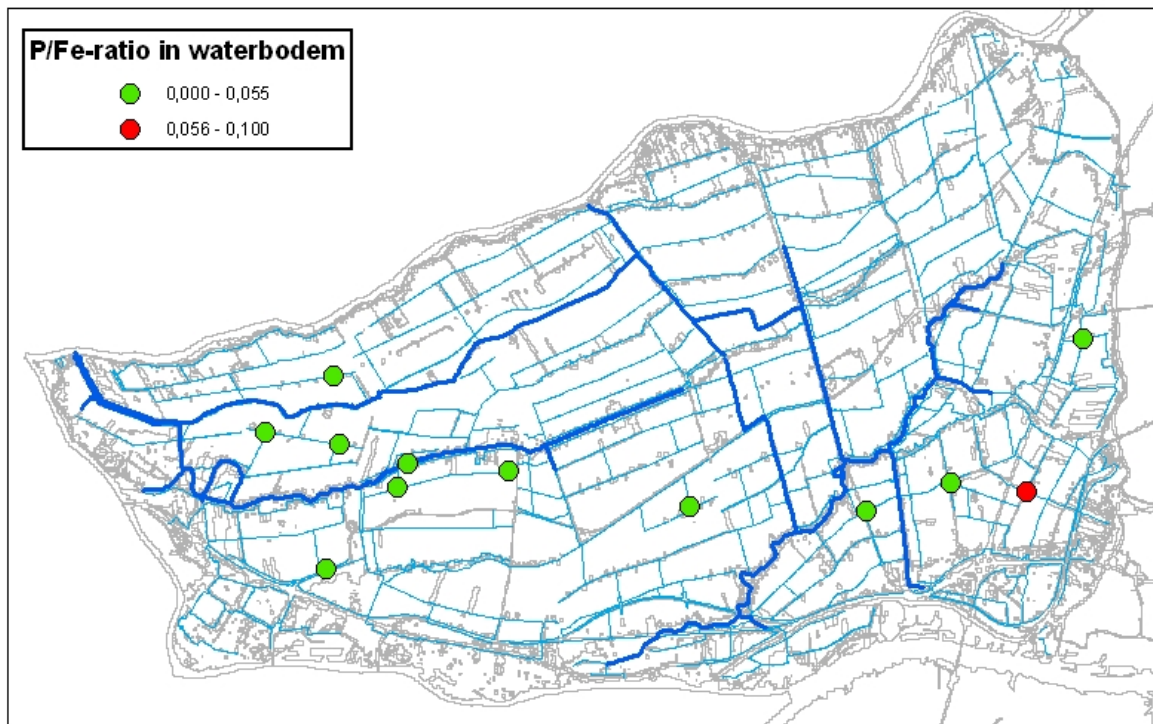
Sulfaat kan onder anaerobe omstandigheden complexen vormen met ijzer wat ten koste gaat van fosfaatbindingsplaatsen. Dit kan de bindcapaciteit van ijzer voor fosfaat verminderen. Uit de waterbodemgegevens blijkt het percentage sulfaat (in mol) minder dan 1% bedraagt van het aanwezige ijzer. Sulfaat zal daarmee vrijwel geen effect hebben op de bindingscapaciteit van ijzer met fosfaat.



Figuur 4. Bodemkaart van de Alblasserwaard



Figuur 5. P-gehalte in de waterbodem



Figuur 6. P/Fe-ratio in de waterbodem

ARCADIS

Conclusie – antwoorden op de vragen

Hoe ziet op deze locaties de toestand van water en de waterbodem eruit?

De gemiddelde Totaal P-gehalte in het water liggen op ongeveer 75% van de locaties boven de GEP norm die hoort bij de nabij gelede boezem (M10; 0,20 mgP/l). De fosfaatconcentraties in de Alblasserwaard zijn dus hoger dan gewenst. (figuur 3).

Figuur 5 en 6 laten zien dat alleen de waterbodem van punt ALBL0248 de grenswaarde van 1,36 P g/kg ds en de P/Fe-ratio van 0,055 overstijgt. Deze locatie is mogelijk sterk lokaal beïnvloed. Het P-gehalte en de P/Fe-ratio van de andere locaties liggen onder de grenswaarden.

Er lijkt geen groot risico te bestaan voor nalevering. De P gehalten liggen niet zeer hoog. Er is voldoende ijzer aanwezig om het fosfaat te binden. Ook zijn de sulfaatgehalten laag ten opzichte van het aanwezige ijzer in het systeem.

Speelt de waterbodem een rol in de vorm van nalevering van fosfaat?

Wanneer de waterbodem fosfaat aan het water nalevert, dan kan dit zichtbaar zijn in het P-gehalte in het water op deze locaties. Het is dan wel nodig dat de waterbodem een dominante bron is. Dit lijkt niet het geval te zijn. Wanneer we figuur 5 en 6 met figuur 3 vergelijken zien we geen relatie tussen locaties met hoog naleveringsrisico en hoge P concentraties in het water; ALBL0248 heeft bijvoorbeeld een hoog P-gehalte in de waterbodem, maar een relatief laag P-gehalte in het water.

ARCADIS

Zijn er verschillen waarneembaar tussen recent gebaggerde locaties en minder recent gebaggerde locaties?

Er is geen trend waar te nemen tussen de water/waterbodem kwaliteit en het jaar van baggeren. De verwachting is dat niet de baggercyclus maar dat lokale omstandigheden de samenstelling van het water en de waterbodem bepalen.

Invloeden van andere factoren dan baggercyclus

Om inzicht te krijgen in de hierboven gestelde vraag, is gekeken naar de invloeden van verschillende factoren op de fosfaattoestand op de verschillende locaties met behulp van de stofbalansen van de Nederwaard en Overwaard.

Landgebruik

Figuur 7 geeft de landgebruikskaart weer. Hierop is te zien dat het stedelijk gebied en grasland het landgebruik domineren. Rond de meetlocaties is het landgebruik overwegend grasland. We verwachten dus geen sterk effect van landgebruikstype op de gemeten oppervlaktewaterconcentraties. Meetpunt ALBL0210 valt op doordat het als enige een fosfaatconcentratie onder de 0.15 mg/l heeft. Dit meetpunt ligt in een doodlopende waterloop en wordt aan een zijde begrensd door grasland. In de buurt van dit meetpunt ligt loofbos, dit zou mogelijk de oorzaak kunnen zijn van de lagere belasting echter het is onduidelijk of dit bos daadwerkelijk afwatert op het meetpunt.

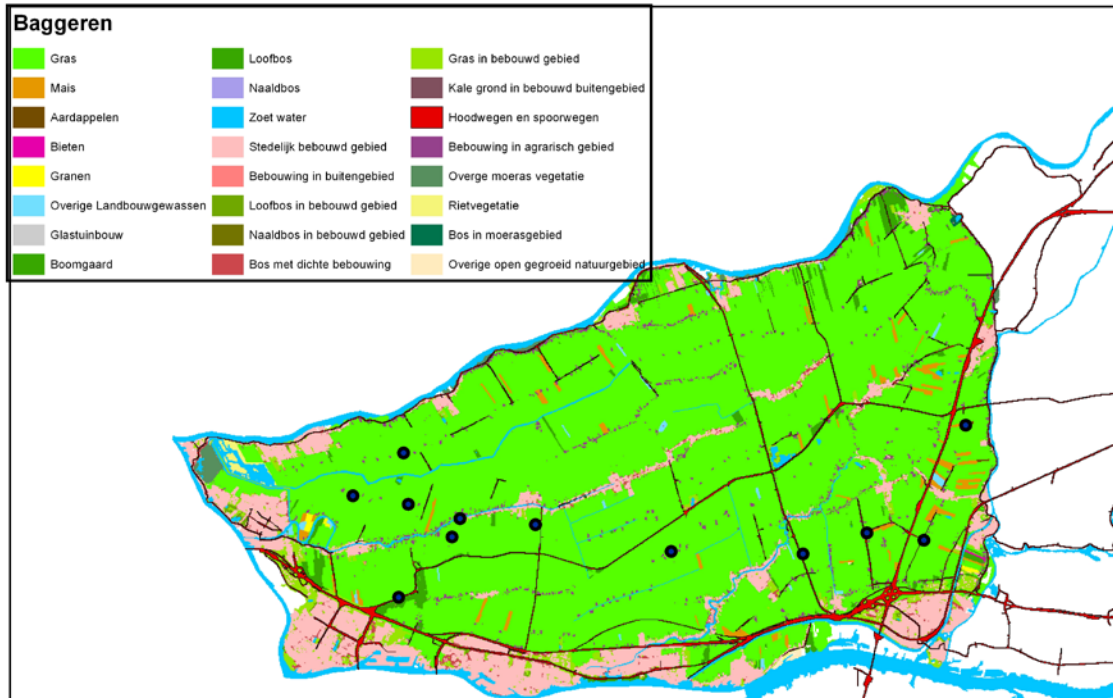
Kwelwater

In de stoffenbalans (Waterschap Rivierenland, 2010) is een kwelwaterconcentratie aangenomen op basis van de grondwaterconcentraties op 5-20 m diepte. Hieruit volgen de volgende concentraties. Nederwaard: het grondwater heeft een fosfaatconcentratie van 0,95 mg/l. De concentratie in het grondwater ligt dan ook hoger dan de gemiddelde concentratie ²(0,33 mg/l) in het oppervlaktewater in de Nederwaard. In de Overwaard heeft het kwelwater een gemiddelde concentratie van 1,12 mg P/l. Het kwelwater kan dan ook in beide deelstroomgebieden van de Alblasserwaard een verhoging van P tot gevolg hebben.

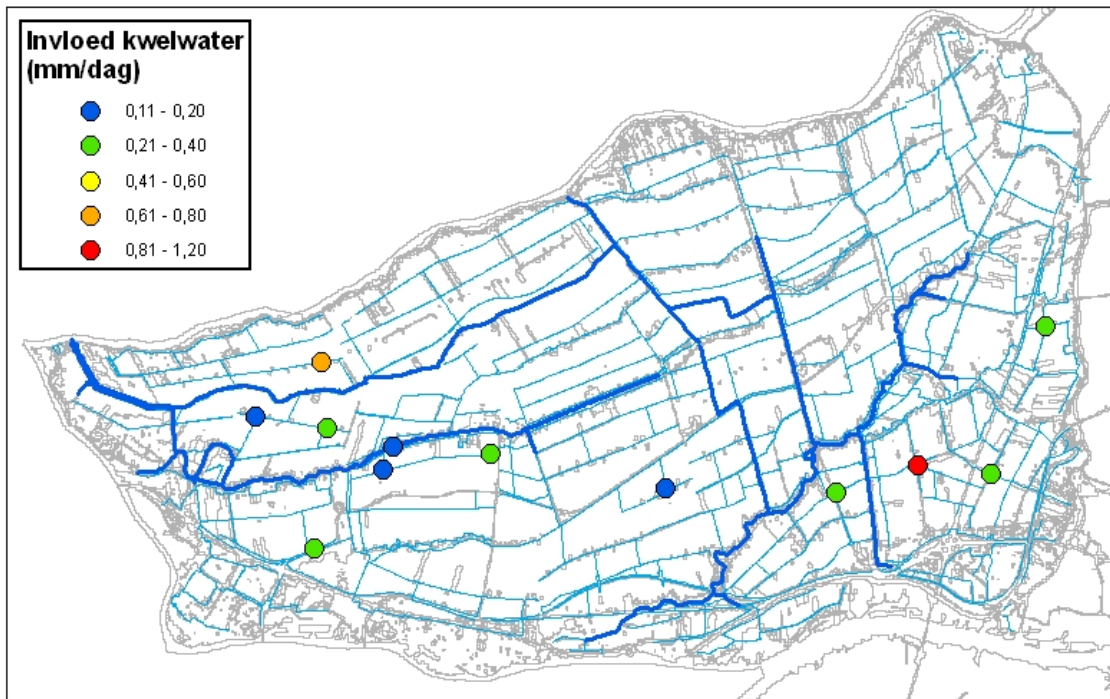
In figuur 8 is per onderzoekslocatie aangegeven wat de invloed van kwel is. Dit is bepaald op basis van een giskaart welke door het waterschap is aangeleverd (kwel in mm per dag, op 20 september "mm_030920"). Het effect van deze invloed is niet terug te vinden in de gemeten oppervlaktewaterconcentraties (figuur 3). In gebieden met grote kwel worden geen significant hogere P-concentraties gevonden. Kwel lijkt dus geen dominante bron van P.

Ondanks dat kwel geen dominante bron van P is zou kwel het P gehalte in het oppervlaktewater wel kunnen beïnvloeden. Om hier meer inzicht in te krijgen is nader onderzoek nodig. Uit de stoffenbalans (zie later) blijkt dat de invloed van landbouw op de fosfaatbalans op polderschaal meer dominant is. De invloed van kwel zal verminderen bij hogere grondwaterstanden, dus als er meer water vastgehouden wordt in het gebied (in de winter) of meer ingelaten wordt (in de zomer).

² Gemiddelde concentraties jaarrond op basis van alle beschikbare meetgegevens van de binnen dit project gebruikte meetlocaties, periode 2004-2010.



Figuur 7. Landgebruik in de Alblasserwaard (bron: LGN5)

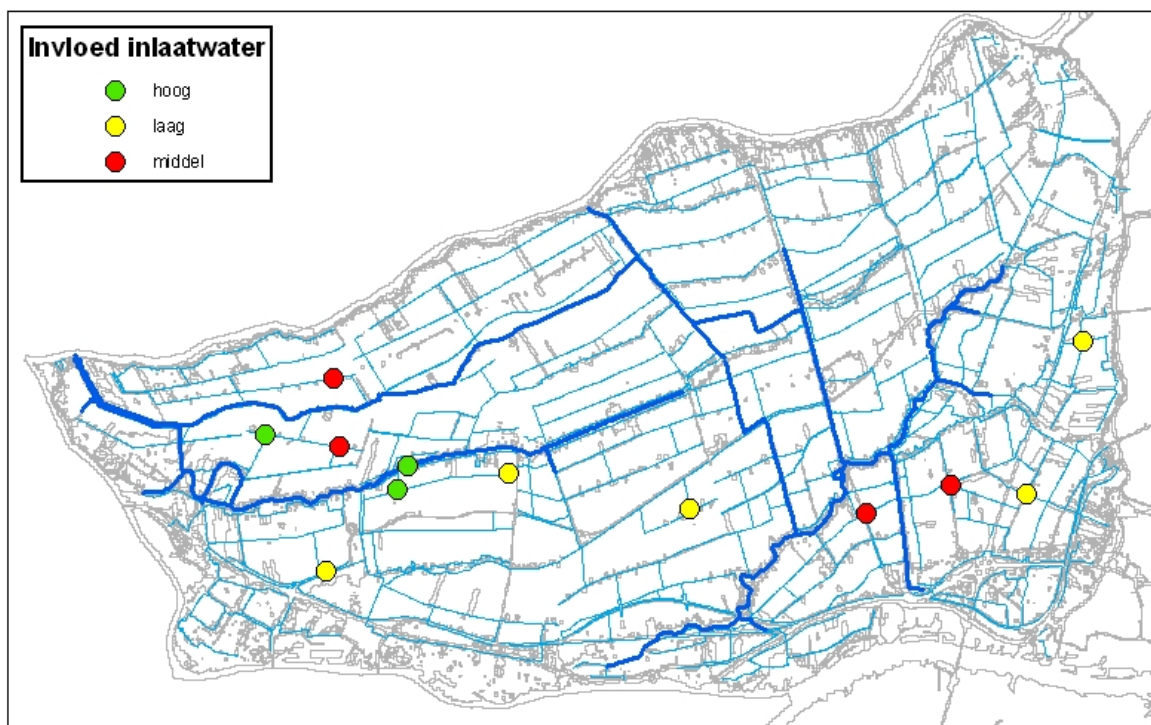


Figuur 8. Involed van kwelwater

ARCADIS

Rivierwater

Het inlaatwater heeft een gemiddelde concentratie van 0,16 mg/l. Dit is gebaseerd op de gegevens over het jaar 2006 en komt uit de stoffenbalans (Waterschap Rivierenland, 2010). Deze gemiddelde concentratie van het rivierwater betekent dat het inlaten van water in het algemeen een verlaging van de P-concentratie in de polders tot gevolg heeft. In de Alblasserwaard is door het neerslagoverschot in de winter op jaarbasis de uitlaat groter dan de inlaat. Het inlaatwater zal dus vooral in de zomer invloed hebben. De invloed zal in goed doorstroomde watergangen nabij de inlaat groter zijn dan in minder doorstroomde watergangen verder van de inlaat. In Figuur 9 is voor de verschillende locaties globaal de verwachte impact van inlaatwater weergegeven. Deze inschatting is gemaakt op basis van expert judgement waarbij gekeken is naar de afstand van de locatie tot het dichtstbijzijnde inlaatpunt vanuit de boezem en het inlaatpunt van Lekwater bij Kinderdijk. Deze impact zou nog gecheckt kunnen worden aan de hand van de samenstelling van het oppervlaktewater in de zomer (lijkt het op rivierwater?). Het effect van deze invloed is niet terug te vinden in de gemeten oppervlaktewaterconcentraties. In gebieden met grotere invloed van inlaatwater worden geen significant lagere P-concentraties gevonden.



Figuur 9. Invloed van inlaatwater

Wind

Wind kan invloed hebben op opwerveling van de waterbodem. Als wind over een langere afstand (strijk lengte) over het oppervlakte waait kan golfslag/stroming ontstaan, welke afhankelijk van de waterdiepte opwerveling van de waterbodem kan veroorzaken. Hierdoor komen deeltjes in de waterkolom welke door middel van adsorptie/desorptie ook stoffen af kunnen geven. Voor een waterdiepte <3 meter, zoals in poldersloten veelal het geval is, kan een kleine strijk lengte al opwerveling tot gevolg hebben, afhankelijk van de diepte ligt deze strijk lengte tussen de 0-1000 m (Tonke, 2004).

ARCADIS

In de Alblasserwaard liggen veel sloten in het verlengde van de dominante windrichting in Nederland, zuid-west. Dit betekent dat de strijklengte relatief hoog kan zijn en dat daarmee de wind in deze polder van invloed kan zijn op resuspensie en slibverplaatsing. Voor een beter inzicht in het effect van de wind op de waterkwaliteit wordt vervolgonderzoek aanbevolen.

Fosfaatbalans en de waterbodem - algemeen

Voor de twee deelstroomgebieden Nederwaard en Overwaard heeft Waterschap Rivierenland een water- en stoffenbalans opgesteld voor de jaren 2004, 2005, 2006. Voor onze analyse werken we met de balansen voor het jaar 2005. Een samenvatting van deze balansen is bijgevoegd in figuur 10 en 11. De achtergrond voor deze keuze is tweeledig. Het jaar 2006 was een bijzonder hydrologisch jaar en daardoor minder representatief (mond. Med. Hydrologen Arcadis). Daarnaast blijkt uit de aangeleverde data van 2004 en 2005 dat de waterbalansen voor 2005 een kleinere sluitpost hadden dan de waterbalansen voor 2004.

Wanneer we naar de waterbalans kijken zien we dat de drainage (neerslagoverschot van landbouwpercelen dat in de sloot terecht komt) en uitlaat de grootste posten zijn. Vergeleken hiermee zijn inlaat en kwel kleine posten (samen ca 10%). Ondanks de relatief kleine bijdrage van kwel aan de waterbalans is de bijdrage aan de P-balans relatief groot a.g.v. de hoge kwelconcentraties. De bijdrage van de landbouw is echter veruit het grootste. Bij de P-balans zitten de grootste onzekerheden in de posten landbouw en kwel. De uit- en afspoeling vanuit de landbouw is gebaseerd op kentallen. Voor de bijdrage van kwel is een vaste kwelconcentratie genomen, en ook een aanname vanwege weinig beschikbare peilbuizen (mond med. Rivierenland). Wijzigingen in deze getallen heeft grote gevolgen voor deze posten.

Voor de Nederwaard en Overwaard samen wordt een overschot op de P-balans berekend van 21.500 kg P voor het jaar 2005 (hiervoor worden de resultante van de P balans, weergegeven in de rechthoeken in figuur 10 en 11 bij elkaar opgeteld). Ook voor de jaren 2004 en 2006 wordt een overschot berekend van respectievelijk 39125 en 19885 kg P. In de balans worden alle in- en uitgaande posten benoemd. Het overschot kan veroorzaakt worden doordat er opname in de waterbodem plaatsvindt of doordat er andere vastleggingsprocessen optreden in het systeem. (voor P is er geen sprake van vervluchtiging). Ook kan het overschot veroorzaakt worden door fouten in de balansen.

In de Nederwaard en Overwaard vindt er ook baggeraanwas plaats. De bronnen hiervan zijn afkalving van de oevers, veenafbraak, aanvoer van zwevend stof. Daarnaast kan er ook ophoping plaatsvinden van in het systeem geproduceerd organisch materiaal.

Wanneer we aannemen dat het overschot aan P opgenomen wordt in de waterbodem kunnen we indicatieve berekeningen uitvoeren om antwoord te krijgen op de volgende vragen:

- Wat is de verwachte impact van volledige opname van het P overschot op de P concentraties in de waterbodem?
- Is het een reële mogelijkheid dat het volledige overschot op de P balans door de waterbodem wordt opgenomen?
- Kan er een relatie gelegd worden tussen het P overschot en de P afvoer als gevolg van baggeren?

ARCADIS

Voor deze indicatieve berekeningen worden de volgende aannames gedaan:

- het overschot op de P-balans is betrouwbaar;
- het gehele overschot P wordt opgenomen in de baggeraanwas;
- de waterbodembesluit 8/100 deel van het oppervlak van de polder (i.e. 2000 ha)³;
- Baggeraanwas wordt ingeschat op 5 cm/jaar op basis van metingen⁴;
- droge bulkdichtheid van de waterbodembesluit (hoeveelheid ds per m³) is ca. 250 kg/m³⁵;
- het gemiddelde baggervolume over de periode 2006 tot 2020 is 101.000 m³/j.

De gemiddelde externe belasting van P op de waterlopen in de Alblasserwaard, als gevolg van onder andere af- en uitspoeling (van landbouw en natuur in de polder zelf) en van inlaat, kan berekend worden door het totaal van de inposten van de fosfaatbalans op te tellen en te delen door het oppervlak. We komen dan op een gemiddelde externe belasting van de Alblasserwaard van $52.735/2000 = 26 \text{ kg/ha/jaar}$ ($2,6 \text{ g/m}^2/\text{j}$).

De P belasting van de waterbodembesluit als gevolg van de opname van het totale overschot op de balans kan berekend worden door het totale overschot te delen door de oppervlakte van de waterbodembesluit. We komen dan op een P belasting van $21.500/2000 = 10,8 \text{ kg/ha/j}$ ($1,1 \text{ g/m}^2/\text{j}$). Dit is ca 40% van de externe belasting.

We gaan ervanuit dat deze P wordt opgenomen in de baggeraanwas van gemiddeld 5 cm per jaar. De hoeveelheid ds in deze 5 cm baggeraanwas/jaar, uitgedrukt per oppervlakte eenheid, wordt berekend door de bulkdichtheid te vermenigvuldigen met de baggeraanwas. De hoeveelheid droge stof in de baggeraanwas per m² is $0,05 \cdot 250 = 12,5 \text{ kg ds/m}^2/\text{j}$ ($125.000 \text{ kg ds/ha/j}$).

De toename in P-totaal concentratie in de baggeraanwas kan dan berekend worden door de P belasting te delen door het droge stofgehalte van de baggeraanwas. Dit komt dan neer op $1,1 / 12,5 = 0,09 \text{ g/kg d.s.}$

De baggeraanwas zal van zichzelf ook al een bepaalde P concentratie hebben. Hoe hoog deze waarde is, is sterk afhankelijk van de herkomst van de aanwas. In een laagbelast veengebied in Friesland wordt in het oorspronkelijke, niet aangerijkte, veen een P concentratie van 0,2 tot 0,7 g/kg ds gevonden. Voor een kleibodem worden hier een waarde van 1,4 g/kg ds gevonden (de Vlioger et al, 2012). Het gemiddelde van de P gehalten in de Alblasserwaard varieert tussen 0,7 en 1,1 g/kg ds⁶.

Door de toename in P concentratie af te trekken van het gemiddelde gemeten P gehalte in de waterbodembesluit kan de oorspronkelijke P concentratie berekend worden, uitgaande van de aannames. Wanneer de aannames kloppen, zou dit betekenen dat de Baggeraanwas oorspronkelijk, voor aanrijking, een concentratie van 0,6 tot 1,0 g/kg ds zou hebben gehad. Dit lijken realistische waarden.

³ Gemiddelde van wateroppervlak in polders uit een studie voor HDSR (De Vlioger & van de Weerd, 2012)

⁴ Gemiddelde aanwas bepaald uit aangeleverde informatie rivierenland: 40 cm aanwas/2 jaar direct na baggeren met duidelijke afname in de tijd.

⁵ Gemiddelde droge bulkdichtheid van de bemonsterde locaties.

⁶ Afhankelijk van welke waarde wordt aangenomen voor de P gehalten onder de detectielimiet (1x of 0,5x detectielimiet)

ARCADIS

Er zijn nog de volgende kanttekeningen te plaatsen bij deze uitkomst.

- Het berekende P overschot wordt mogelijk niet alleen veroorzaakt door opname in de waterbodembodem maar ook fouten in de stoffenbalans kan een oorzaak zijn van dit overschot. Een waarschijnlijke verklaring voor een eventuele fout kan een overschatting van de P uit- en afspoeling van landbouw en natuur zijn. De P uit- en afspoeling is bepaald aan de hand van kentallen die onzeker zijn.
- Als gevolg van baggeren kan een deel van het P de waterbodembodem weer verlaten. Dit leidt alleen tot verarming van de waterbodembodem wanneer de laag die na het baggeren vrijkomt een lagere P concentratie heeft. Uit de bodemgehalten op de verschillende locaties wordt dit niet gevonden.

Van 2006 tot en met 2020 is het voorgenomen Baggervolume 1515.000 m³ slib. Per jaar komt dit neer op 101.000 m³/j. Wanneer we dit vermenigvuldigen met de bulkdichtheid (kg/m³) en met het gemiddelde fosfaatgehalte van de waterbodembodem (stel ca 1 g/kg ds) krijgen we een indruk van de hoeveelheid P die per jaar weggebaggerd wordt. Deze hoeveelheid is gelijk aan 101.000 * 250 * 1 * 0,001 = 25.000 kg P/jaar. Per oppervlakte eenheid komt dit neer op 12,5 kg P/ha/jaar. Deze P afvoer is groter dan de P aanvoer bij volledige opname van het P overschot op de balans. Wanneer de getallen uit de indicatieve berekening kloppen kan dit wijzen op afkalving van de oevers (er wordt ook een beetje bodembodem verwijderd inclusief het daarin aanwezige fosfaat).

Conclusie – antwoord op bovengestelde vragen

Wat is de verwachte impact van volledige opname van het P overschot op de P concentraties in de waterbodembodem.

Wanneer het volledige P overschot opgenomen wordt door de baggeraanwas dan wordt een gemiddelde aanrijking van de baggeraanwas berekend van 0,09 g P/kg ds.

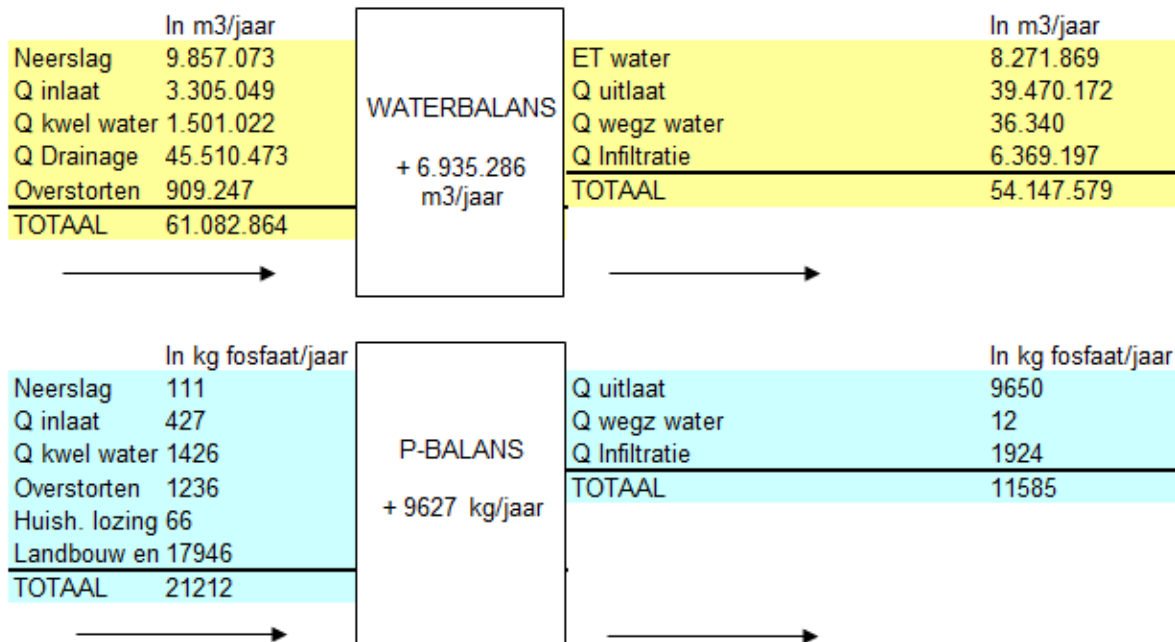
Is het een reële mogelijkheid dat het volledige overschot op de P balans door de waterbodembodem wordt opgenomen.

Het is zeker mogelijk dat het overschot op de P balans door de waterbodembodem wordt opgenomen. Een deel van het overschot kan ook worden veroorzaakt door een overschatting van de P uit- en afspoeling in de balans.

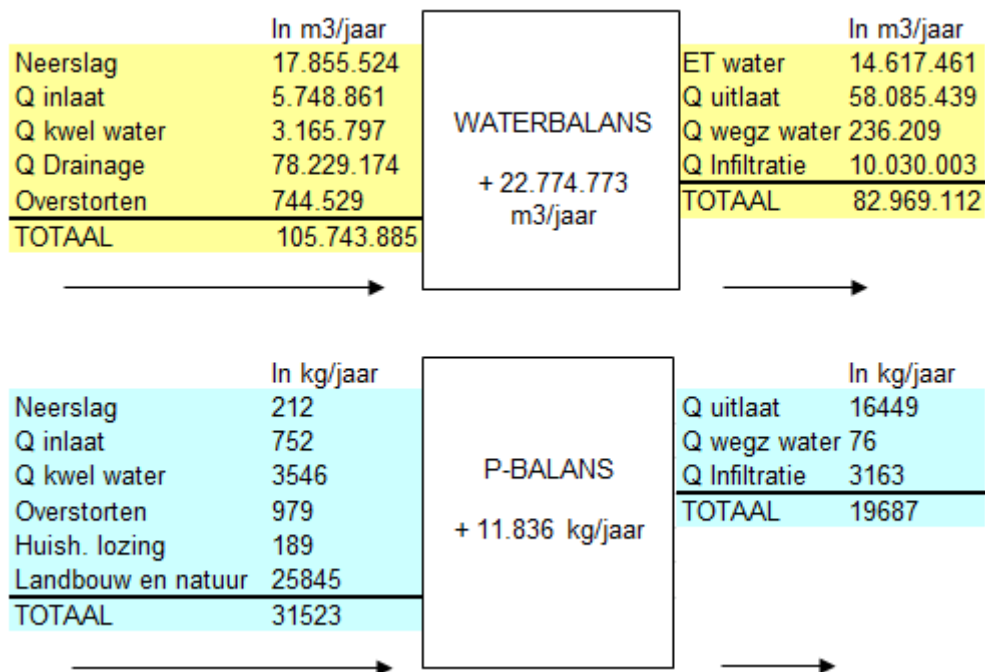
Kan er een relatie gelegd worden tussen het P overschot en de P afvoer als gevolg van baggeren?

De berekende gemiddelde P afvoer als gevolg van baggeren (25.000 kg P/jaar) blijkt in de zelfde orde van grootte te liggen als het overschot op de P-balans (21.500 kg P/jaar, meer in dan uit). Toch kan baggeren alleen indirect, via processen, bijdragen aan het overschot op de P-balans (omdat de balans opgesteld is voor het water). Wanneer als gevolg van baggeren het P-gehalte in de waterbodembodem afneemt, kan de bodembodem, bijvoorbeeld als gevolg van sorptieprocessen, versnelde aanreiken met P.

ARCADIS



Figuur 10. Balans 2005 Nederwaard (in m³ en kg P)



Figuur 11. Balans 2005 Overwaard (in mm en kg P)

ARCADIS

Fosfaatbalans en overige factoren - Effecten op waterkwaliteit - locaties

Voor de verschillende locaties is het niet mogelijk om een individuele kwantitatieve balans op te stellen. Toch is het interessant om een indruk te hebben van de bronnen die op de verschillende locaties van belang kunnen zijn. Daarnaast kan verschil in onderhoud en van de waterbodemsamenstelling ook invloed hebben op de waterkwaliteit en ecologie.

Om de verschillende invloeden in beeld te brengen is er voor gekozen om de overkoepelende balans van het deelstroomgebied als uitgangspunt te nemen en voor de verschillende posten aan te geven in welke mate deze op de betreffende locatie verschilt van het gemiddelde. Naast de posten van de overkoepelende balans zijn ook het moment van baggeren, het onderhoud, het gehalte P in de waterbodem en de gemeten P concentratie op de locatie weergegeven. We gaan er vanuit dat alle factoren behalve de totaal P concentratie bronvariabelen zijn, deze bepalen uiteindelijk de waterkwaliteit en ecologie. Het gemeten P gehalte is dan de doelvariabele. Bij veel slecht scorende bronvariabelen zou je ook een slechter scorende doelvariabele verwachten. Er is geen weging toegevoegd om te bepalen in welke mate de verschillende posten de P-balans beïnvloeden. In vervolg onderzoek kan bekeken worden of toevoeging van weging zinvol lijkt. Ook zouden ecologische parameters als doelvariabele meegenomen kunnen worden.

Voorbeeld

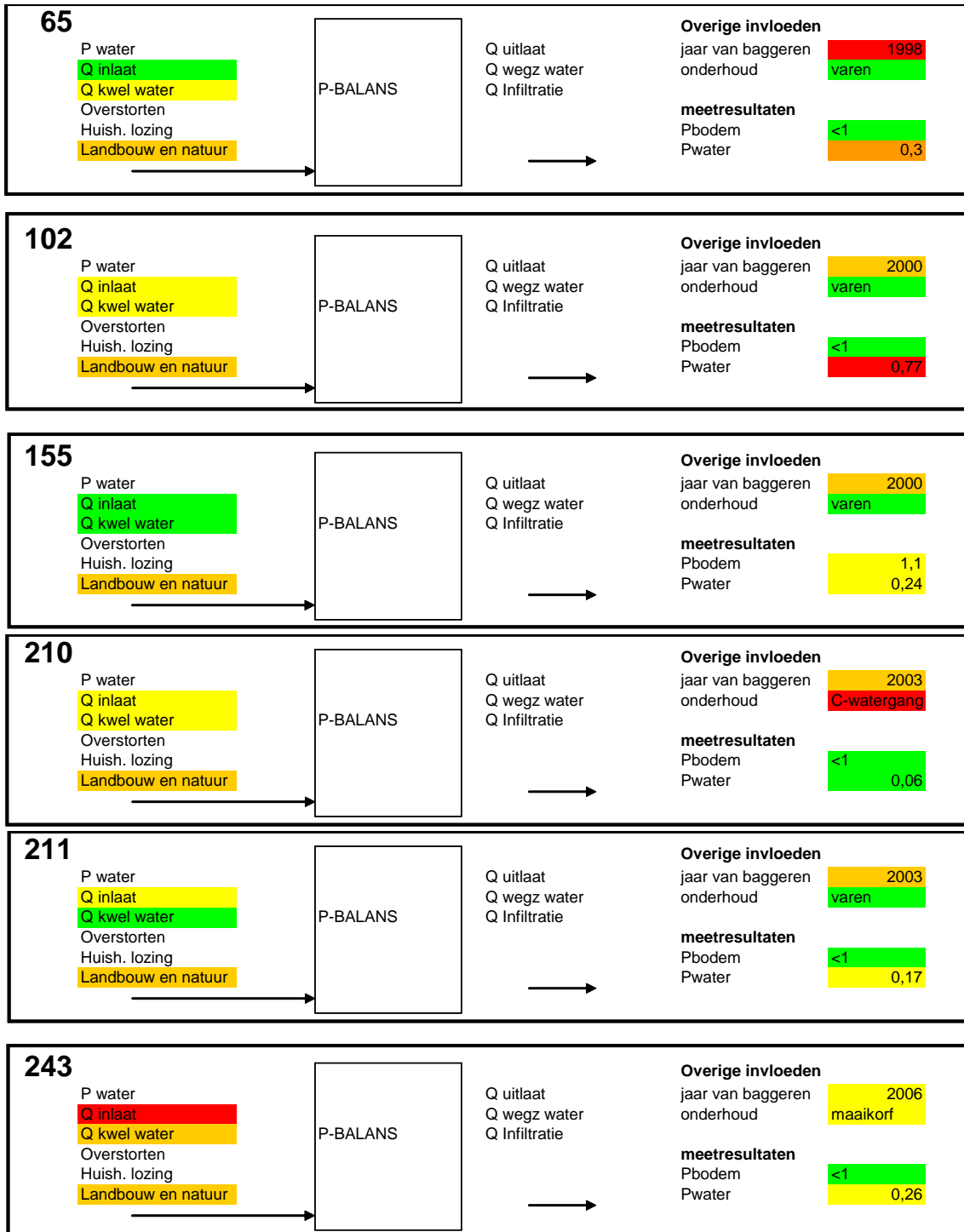
locatie 65 wordt relatief gezien in hoge mate beïnvloed door inlaatwater (expert judgement). Het inlaatwater heeft gemiddeld genomen een lagere concentratie P dan water in de polders. Meer inlaatwater heeft dan ook een positief effect op de P-concentratie: de post inlaatwater is groen. Verschillende posten op de balans zijn op deze wijze beoordeeld. Ook zijn twee andere invloeden beoordeeld: moment van baggeren en manier van onderhoud op de locatie.

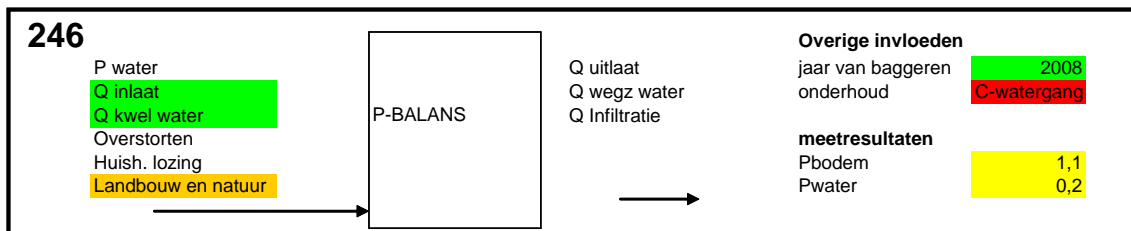
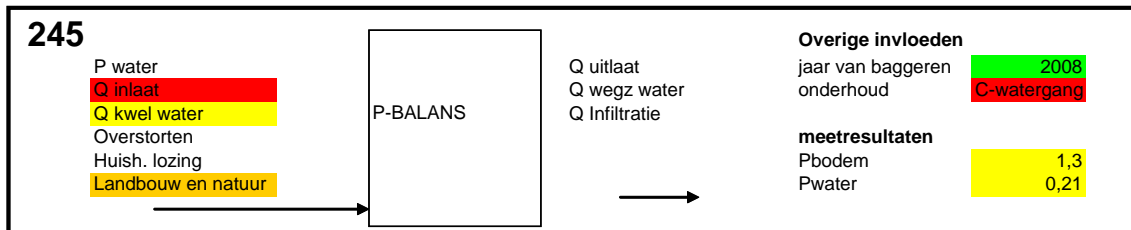
- Baggeren: Hier wordt aangenomen dat hoe recenter er gebaggerd is hoe beter het effect is waar te nemen op de P-concentratie
- Onderhoud: Hier is gekeken naar de methode van onderhoud door het waterschap en het al of niet uitbesteden van het onderhoud. Maaien vanaf een boot is het beste beoordeeld, gevolgd door de maaikorf. Onderzoeklocaties in c-watergangen zijn het minst beoordeeld omdat het onderhoud hier niet in handen is van het waterschap. Hier is het onzeker welk maaibeheer wordt toegepast en wat het effect is op de ecologie en zo mogelijk ook op de P-concentratie.

Op de in het voorbeeld beschreven manier krijgen we plaatjes voor de verschillende locaties. Deze staan in figuur 12 en 13 weergegeven voor de Nederwaard en de Overwaard.

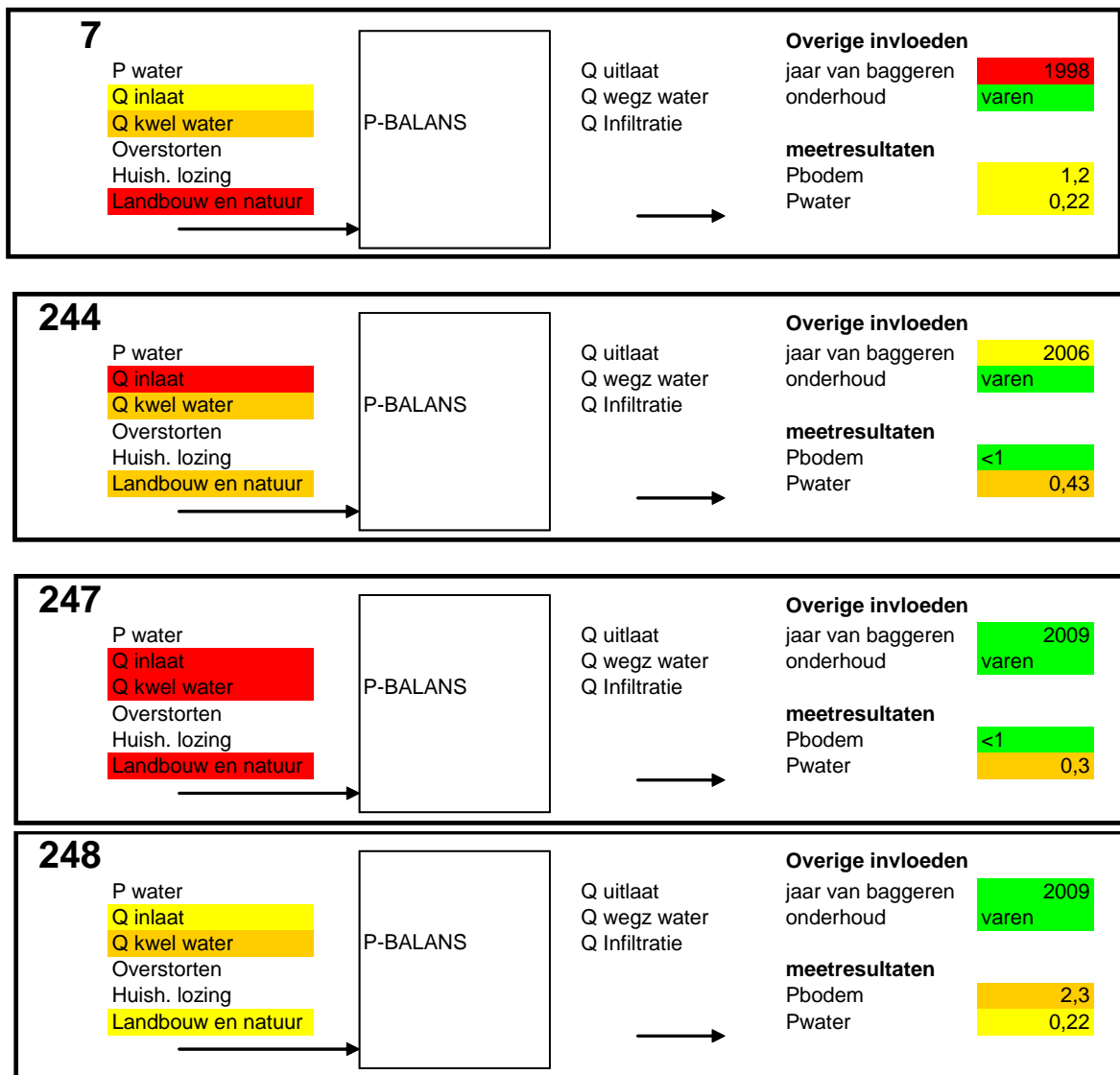
Wanneer we naar deze figuur kijken zien we geen logisch verbanden. De hoogste P concentratie (op locatie 102) gaat samen met behoorlijk positieve scores voor andere parameters. Terwijl er ook situaties met gemiddelde P concentraties samen gaan met negatievere scores van bronvariabelen (bijvoorbeeld 245). Er zijn geen situaties te vinden waar alle bronparameters negatief zijn. Op basis van de uitkomsten is geen conclusie mogelijk. Er is verdere uitwerking van deze methode nodig om conclusies te kunnen trekken..

Figuur 12. Beïnvloedingsfactoren locaties Nederwaard





Figuur 13. Beïnvloedingsfactoren locaties Overwaard:



Conclusies.

In de Alblasserwaard ligt het P gehalte in het oppervlaktewater boven het gewenste niveau. De ortho-P gehalten liggen gemiddeld ruim onder de 0,15 mg/l. Het gemiddelde P-totaalgehalte ligt op 0,33 mg/l⁷. De gemiddelde externe belasting in de Alblasserwaard is 2,6 g/m²/j⁸. Het gemiddelde P-gehalte van de waterbodem ligt tussen 0,76 en 1,08 g/kg⁹.

⁷ Het gaat hier om gemiddelde concentraties berekend op basis van meetgegevens uit de jaren 2004-2010.

⁸ Berekend voor 2006

⁹ Zomer 2010

ARCADIS

Er lijkt geen groot risico te bestaan voor nalevering. De P gehalten liggen niet zo hoog. Er is voldoende ijzer aanwezig om het fosfaat te binden. Ook zijn de sulfaatgehalten laag ten opzichte van het aanwezige ijzer in het systeem. Het overschot op de P balans wijst ook richting netto opname van P door de bodem. Onder specifieke omstandigheden, bijvoorbeeld hoge temperaturen en zuurstofloosheid in de zomer, is het wel mogelijk dat P vanuit de bodem vrijkomt.

Verschillen in oppervlaktewater en waterbodem concentraties worden naar verwachting vooral gestuurd door lokale variaties in landbouwemissies en de mate van doorspoelen. Dit is namelijk de grootste post op de fosfaatbalans die naar verwachting zeer variabel kan zijn. Op basis van de huidige stoffenbalans wordt geconcludeerd dat er netto geen P-nalevering maar een P-ophoping van 21.500 kg P/jaar plaats. Omdat er tegelijkertijd ook baggeraanwas plaatsvindt, betekent dit niet automatisch dat het P-gehalte in de waterbodem toe zal nemen in de tijd. Er vanuit gaande dat het volledige P overschot op de balans opgenomen wordt in de baggeraanwas, wordt een toename van ca 0,09 g P/kg ds berekend in de baggeraanwas. Dit lijkt een reële waarde welke geen sterk verhoogde concentraties veroorzaakt.

In de Alblasserwaard vindt ook afvoer van P plaats via baggerwerkzaamheden. Indicatieve berekeningen voor afvoer van P via baggeren leverden een waarde voor deze afvoer op van ca. 25.000 kg P/jaar. Deze afvoer is groter dan de P-ophoping (i.e. overschot van de P balans), een logische oorzaak hiervan kan afkalving van de oevers zijn. Hierdoor wordt naast aanvoer vanuit het water ook bodem afgevoerd.

Uit eerder onderzoek in een kleipolder (Arcadis, 2008) is gebleken dat P-concentraties in oppervlaktewater een ander verloop hebben dan de N-concentraties, over de verschillende kwartalen, en ook een ander verloop in de tijd laten zien dan de landbouwemissies. (Arcadis, 2008, Nutricalc studie Bommelerwaard). Dit heeft mogelijk te maken met het bindingsgedrag van P en zou in de Alblasserwaard mogelijk ook een rol kunnen spelen. P bezinkt en bindt als ortho-P aan de waterbodem. Dit zal met name in de winter plaatsvinden wanneer de landbouwemissies het hoogst zijn. In de zomer kan het gebonden P weer vrijkomen onder invloed van biologische activiteit (P-pomp).

Aanbevelingen

Er kunnen verschillende verbeteringen doorgevoerd worden in de stoffenbalans.

- Aangeven onzekerheid in balanstermen
- Specifieker bepalen van de kwelconcentraties in zomer en winter,
- Landbouwemissies specificeren. (wat is landbouw, veenafbraak) en verbeteren. De kentallen lijken aan de hoge kant te liggen.

Het verdient aanbeveling om bovenstaande analyse uit te breiden met de overige gegevens die binnen Baggernut zijn verzameld. Het gaat dan om gegevens van de ecologie maar ook om water- en bodemkwaliteitsgegevens verzameld na zomer 2010.

Met behulp van schudexperimenten kan op verschillende locaties een inschatting gemaakt worden van de evenwichtsconcentratie van ortho P. Ook kan het vrijkomen van P onder anaerobe omstandigheden gesimuleerd worden. Dit geeft veel inzicht in de bindingspotentie van de waterbodem onder verschillende omstandigheden.

ARCADIS

Om meer inzicht te krijgen in de “droge stof” stromen in het systeem is het interessant om een bodem- en/of ZS balans op te stellen.

Nader onderzoek naar de verschillen in gemeten concentraties tussen de kwartalen kan meer inzicht verschaffen in de dominante processen in de verschillende kwartalen. Berekeningen met de bodemdiagnose tool kunnen hierbij nog extra inzicht verschaffen.

De invloed van het inlaatwater kan beter ingeschat worden door te kijken naar het chloride gehalte van het water (of een andere goede indicatiestof voor rivierwater).

Referenties

Arcadis, 2008. Regionale uitspoeling Bommelerwaard – verkenning mbv nutircalc en waterkwaliteitsdata.

De Vlieger, B, H. van de Weerd en L. Lamers (2012). Waterbodempkwaliteit en waterplantenonderzoek Alde Feanen.

Hydrologic, 2010. Maatregelenstudie regionaal watersysteem Nederwaard en Overwaard, WSRL P261

Tonkes, M., 2004. Quick Scan Waterbodems, RIZA rapport.

Tonkes, M., 2006, Handleiding sanering waterbodemp, AKWA-rapport 05.006.

Van de Weerd, H & R. Torenbeek, 2007. Uitspoeling van meststoffen uit grasland.- Emissieroutes onder de loep. STOWA rapport 2007-14. ISBN 978.90.5773.364.2

Waterschap Rivierenland, 2008, KRW-gebiedsplan Deelgebied Alblasserwaard; eindrapport.

Waterschap Rivierenland, 2010, water- en stofbalansen 2004, 2005 en 2006 van Nederwaard en Overwaard; excelbestanden en logboek.

ARCADIS

bemonsteringsdatum	30-8-2010													
Water	Monsterpunt	ALBL0007	ALBL0200	ALBL0102	ALBL0155	ALBL0210	ALBL0211	ALBL0243	ALBL0244	ALBL0245	ALBL0246	ALBL0247	ALBL0248	
Ammonium (NH4-N)	mg/l	1.2	1.2	0.5	0.51	0.09	0.39	0.39	0.76	0.4	0.48	0.56	0.33	
Bicarbonaat (HCO3)	mmol/l	4	2.9	2.3	1.8	2.1	1.4	2	1.9	1.6	1.8	1.9	2.7	
BZV-05	mg/l	4.4	2.8	5.6	4	2.4	3.2	3.4	3.6	2.8	3.4	3.8	2.8	
Calcium (Ca)	mg/l	95	96	90	89	67	89	70	77	71	80	74	70	
Carbonaat (CO3)	mmol/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Chloride (Cl)	mg/l	35	86	71	64	88	42	73	32	26	37	47	29	
Chlorofyl-a	-	7	8	24	8	<4	<5	6	6	<5	16	15	6	
Diepte	m	NB	0.9	NB	0.9	NB	NB	NB	NB	0.6	NB	NB	NB	
DOC	mg/l	22.8	27.5	48	39.6	24.4	48.3	27.1	45.7	46.7	34.5	31.1	19	
Doorzicht	m	NB	0.7	NB	0.5	NB	NB	NB	NB	0.4	NB	NB	NB	
Droge stof OB	mg/l	17	15	51	15	16	16	15	11	19	23	19	23	
EGV-veld	mS/m	66	78	74	69	69	58	66	58	52	59	61	52	
Faeofytine	-	5	8	21	20	6	6	6	7	10	16	23	12	
Fosfaat (PO4)	mg/l	<0.05	<0.05	0.24	0.09	<0.05	<0.05	0.17	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Fosfor (P)	mg/l	0.22	0.3	0.77	0.24	0.06	0.17	0.26	0.43	0.21	0.2	0.3	0.22	
Geur	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gloeirest OB	% (m/m)	10.5	<10	31	<10	<10	10.5	10.5	16.5	<10	<10	20.5	37	
Kalium (K)	mg/l	11	11	9	8	3	7	6.5	7.5	7.5	7.5	6.5	4.5	
KjN-aa (N)	mg/l	3.7	3.5	5.9	4.5	2.1	5	3	5	5.2	4	4.6	3	
Kleur	-	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
Kroesbedekking	-	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Magnesium (Mg)	mg/l	12	12	13	13	10	12	11	11	12	12	11	9.5	
Natrium (Na)	mg/l	30	56	45	35	62	25	46	27	24	28	34	22	
Nitraat (NO3-N)	mg/l	0.74	0.55	0.29	1.5	0.18	0.35	0.48	0.1	2.1	0.91	1.6	2	
Nitriet (NO2-N)	mg/l	0.19	0.11	0.07	0.13	0.06	0.05	0.09	0.04	0.1	0.11	0.13	0.1	
pH-veld	-	7.2	7.2	6.8	7	7.2	6.5	7.1	6.9	6.9	6.9	6.9	7.2	
Schoning	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Stroomrichting	-	-	w	-	w	-	-	-	-	-	-	-	-	
Stroomsnelheid	cm/s	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sulfaat (SO4)	mg/l	85	82	130	140	91	140	97	130	120	130	120	70	
Temperatuur water	oC	13.5	15	15	13	13.5	14.5	17	15	14	15	15	14.5	
TOC	mg/l	24.9	30.4	55	45.1	24.5	51.3	29.6	45.7	48.7	39.2	35.4	20.6	
Zichtbare verontr	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zuurstof	mg/l	2.3	3.7	4	5.4	6	2.7	6.6	2.7	4.5	6.4	3.3	5.1	
Zuurstofpercentage	%	22	36	40	52	59	27	68	26	44	63	32	50	

bemonsteringsdatum	30 en 31 augustus													
Bodem	monsterpunt	ALBL0007	ALBL0065	ALBL0102	ALBL0155	ALBL0210	ALBL0211	ALBL0243	ALBL0244	ALBL0245	ALBL0246	ALBL0247	ALBL0248	
bemonsteringsdatum		31-8-2010	30-8-2010	31-8-2010	30-8-2010	30-8-2010	31-8-2010	31-8-2010	31-8-2010	30-8-2010	30-8-2010	31-8-2010	31-8-2010	
Carbonaat (CO3)	% (m/m)	2	2	0.5	0.5	2	10	0.5	0.5	1	5	4	3	
Droge stof	% (m/m)	24.3	11.6	14	15.9	16.5	50	13.4	13.5	14.9	29.2	40.6	17.9	
Fosfor (P)	g/kg d.s.	1.2	0.5	0.5	1.1	0.5	0.5	0.5	0.5	1.3	1.1	0.5	2.3	
Fr16	% (m/m)	57	20	40	50	52	51	22	31	44	28	25	47	
Fr2	% (m/m)	46	10	23	30	37	29	13	24	31	15	19	37	
Gloeirest	% (m/m)	72.5	35.5	45	65.5	63.5	92.5	53	38	60.5	72.5	89	61	
Uzer (Fe)	g/kg d.s.	37	22	17	34	32	21	21	28	32	31	17	36	
KjN-titr (N)	g/kg d.s.	10.6	20.7	17	1	12.9	2.4	14.9	21.1	16	8.6	3.9	15.4	
Organische stof	% (m/m)	24.4	63.6	53.4	32.3	33.8	5.3	45.9	60.3	37.3	26.5	9.8	36.6	
Sulfaat (SO4)	mg/kg d.s.	120	25	93	150	440	160	1100	3900	210	180	58	440	

ARCADIS