

BAGGERNUT OPSCHALING WIEDEN

WATERSCHAP REEST EN WIEDEN

31 mei 2012

076452476:0.15

C01012.100192.0100/SD



Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding.....	3
1.3	Doel.....	4
1.4	Leeswijzer.....	4
2	Gebiedsbeschrijving	5
2.1	Locaties.....	5
2.2	Bodemkwaliteit.....	6
2.3	Waterkwaliteit.....	9
3	Methode	13
3.1	Model.....	13
3.2	Fractieanalyse.....	14
3.3	Balansen.....	14
3.3.1	Waterbalans.....	14
3.3.2	Stofbalans.....	16
3.4	Slibdiagnose.....	16
4	Resultaten & Discussie	19
4.1	Beulakerwilde.....	19
4.1.1	Fractieanalyse.....	19
4.1.2	Water- en stofbalans.....	20
4.1.3	Slibdiagnose.....	24
4.2	Bovenwilde.....	27
4.2.1	Fractieanalyse.....	27
4.2.2	Water- en stofbalans.....	28
4.2.3	Slibdiagnose.....	32
4.3	Giethoornse Meer.....	35
4.3.1	Fractieanalyse.....	35
4.3.2	Water- en stofbalans.....	35
4.3.4	Slibdiagnose.....	39
4.4	Belterwilde West.....	42
4.4.1	Fractieanalyse.....	42
4.4.2	Water- en stofbalans.....	42
4.4.3	Slibdiagnose.....	44
4.5	Discussie.....	47
4.5.1	Model.....	47
4.5.2	Onzekerheden in de analyses.....	48
4.5.3	Metingen.....	49
5	Synthese, conclusies en aanbevelingen	51
5.1	Synthese.....	51
5.1.1	Relatie externe belasting en Productie.....	54
5.1.2	Bodemwaarden versus waterkwaliteit.....	55

5.1.3	Zwevend stof.....	56
5.2	Conclusie.....	59
5.3	Aanbevelingen	60
6	Literatuurlijst.....	61
Bijlage 1	Fractielocaties.....	63
Bijlage 2	Bodemgegevens.....	67
Bijlage 3	Waterkwaliteit	73
Bijlage 4	Fluxen en opvallende kenmerken per systeem.....	77
Bijlage 5	Slibdiagnose Beulakerwilde	81
Bijlage 5.1	Invoer.....	81
Bijlage 5.2	Resultaten.....	87
Bijlage 6	Slibdiagnose Bovenwilde	93
Bijlage 6.1	Invoer.....	93
Bijlage 6.2	Resultaten.....	99
Bijlage 7	Slibdiagnose Giethoornse Meer.....	105
Bijlage 7.1	Invoer.....	105
Bijlage 7.2	Resultaten.....	111
Bijlage 8	Slibdiagnose Belterwilde West.....	117
Bijlage 8.1	Invoer.....	117
Bijlage 8.2	Resultaten.....	123
Colofon	129

1 Inleiding

1.1 AANLEIDING

Waterschap Reest en Wieden heeft al geruime tijd de vraag of kwaliteitsbaggeren noodzakelijk is om de waterkwaliteit in de Wieden en Weerribben te verbeteren. Zoals te zien is in Tabel 1 voldoen nog niet alle parameters voor Boezem Noordwest Overijssel aan de KRW doelstelling. Door participatie in het BaggerNut project wil het waterschap een beter inzicht krijgen in de interne belasting in de Wieden. Over de invloed van de interne belasting op de waterkwaliteit is nog weinig bekend. Binnen BaggerNut is in eerste instantie een uitgebreide diagnose gemaakt voor de Schutsloterwijdte (ARCADIS 2012). Uit de analyse van de Schutsloterwijdte bleek dat zwevend stof in de waterfase een belangrijk lichtuitdovend effect heeft, waardoor de ontwikkeling van vegetatie wordt geremd. Algen groei als gevolg van interne belasting bleek hier van minder belang te zijn voor de lichtuitdoving. Op basis van de bevindingen uit deze studie is besloten om het onderzoek op te schalen en te bekijken of voor de overige meren in het gebied een zelfde conclusie getrokken kan worden. Daartoe worden binnen dit project een *viertal* meren binnen de Wieden geanalyseerd. Daarnaast zijn in een afzonderlijk onderzoek (Penning *et al.*, 2012) experimenten uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de opwerping en aard van het zwevende stof in een van de wijden, de Beulakerwijdte.

Maatlat	Huidige situatie (2008)	GEP
Macrofauna (EKR)	0,43	0,6
Overige waterflora (EKR)	0,40	0,6
Fytoplankton (EKR)	0,35	0,6
Vis (EKR)	0,52	0,6
Totaal fosfaat (zomergemiddelde) (mgP/l)	0,07	0,09
Totaal stikstof (zomergemiddelde) (mgN/l)	2,32	1,3
Chloride (zomergemiddelde) (mgCl/l)	36,4	200
Temperatuur (maximum) (°C)	21,3	25
Doorzicht (zomergemiddelde) (m)	0,47	0,9
Zuurgraad (zomergemiddelde) (-)	8,46	5,5-7,5
Zuurstofverzadiging (zomergemiddelde) (%)	99,3	60-120

Tabel 1 Biologische en algemeen fysisch chemische toestand van KRW-waterlichaam "Boezem"

1.3 DOEL

Het doel van het project is om een beeld te krijgen van:

- De problematiek per meer. Is het een zwevend stof of een fosfaat gestuurd systeem;
- De variatie tussen de meren wat betreft herkomst van water en de relatie tussen interne en externe belasting.

Dit beeld geeft een basis om kwalitatieve uitspraken te doen over mogelijke maatregelen en een theoretische uitspraak te doen over het effect van baggeren in het systeem.

1.4 LEESWIJZER

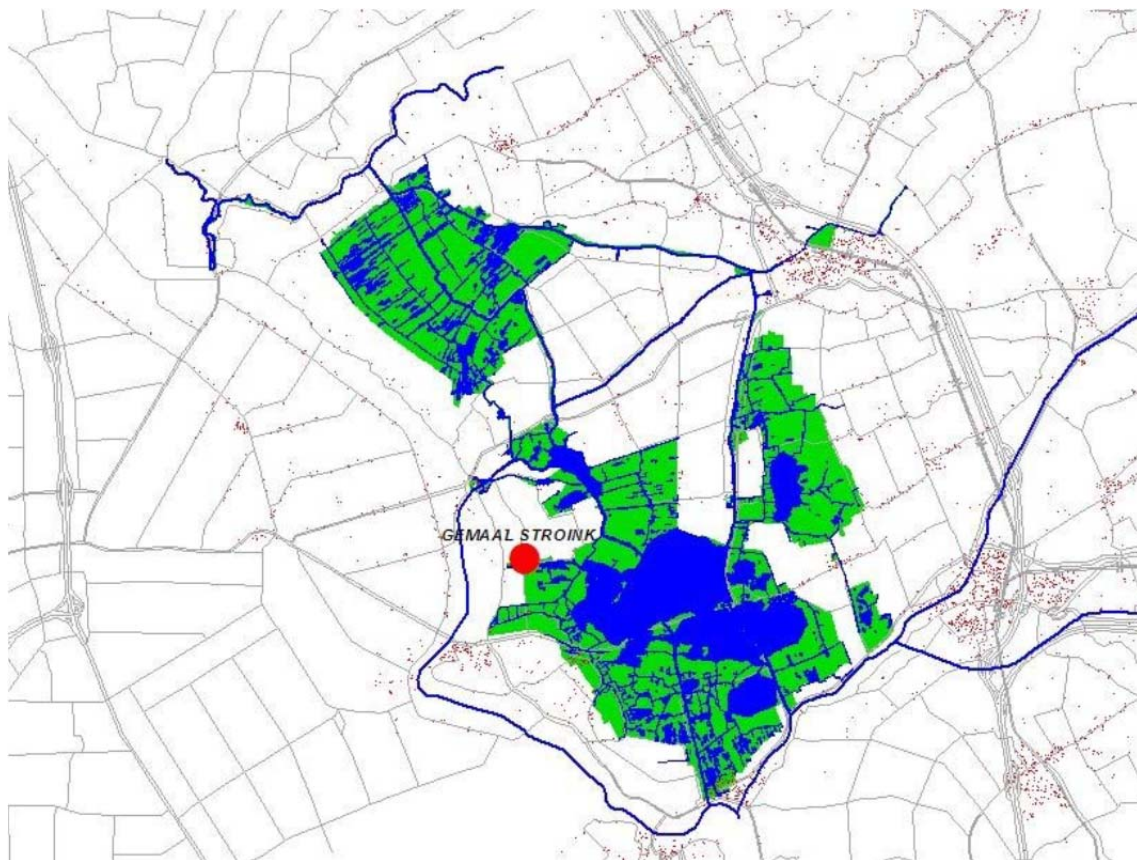
In dit rapport wordt in hoofdstuk 2 een korte gebiedsbeschrijving gegeven. Deze dient niet om het hele gebied in kaart te brengen, maar om een algemeen beeld te geven en om de lijn van de rest van het rapport te volgen. Hoofdstuk 3 beschrijft de gebruikte methodes die geleidt hebben tot de resultaten die in hoofdstuk 4 besproken worden. Per meer worden in dit hoofdstuk de onderdelen van de analyse gepresenteerd. In hoofdstuk 5 komen deze resultaten samen in synthese, conclusies en aanbevelingen. In hoofdstuk 5 wordt ook de relevante discussie en de conclusies van het “opwervelings” onderzoek (Penning *et al*, 2012) opgenomen.

2

Gebiedsbeschrijving

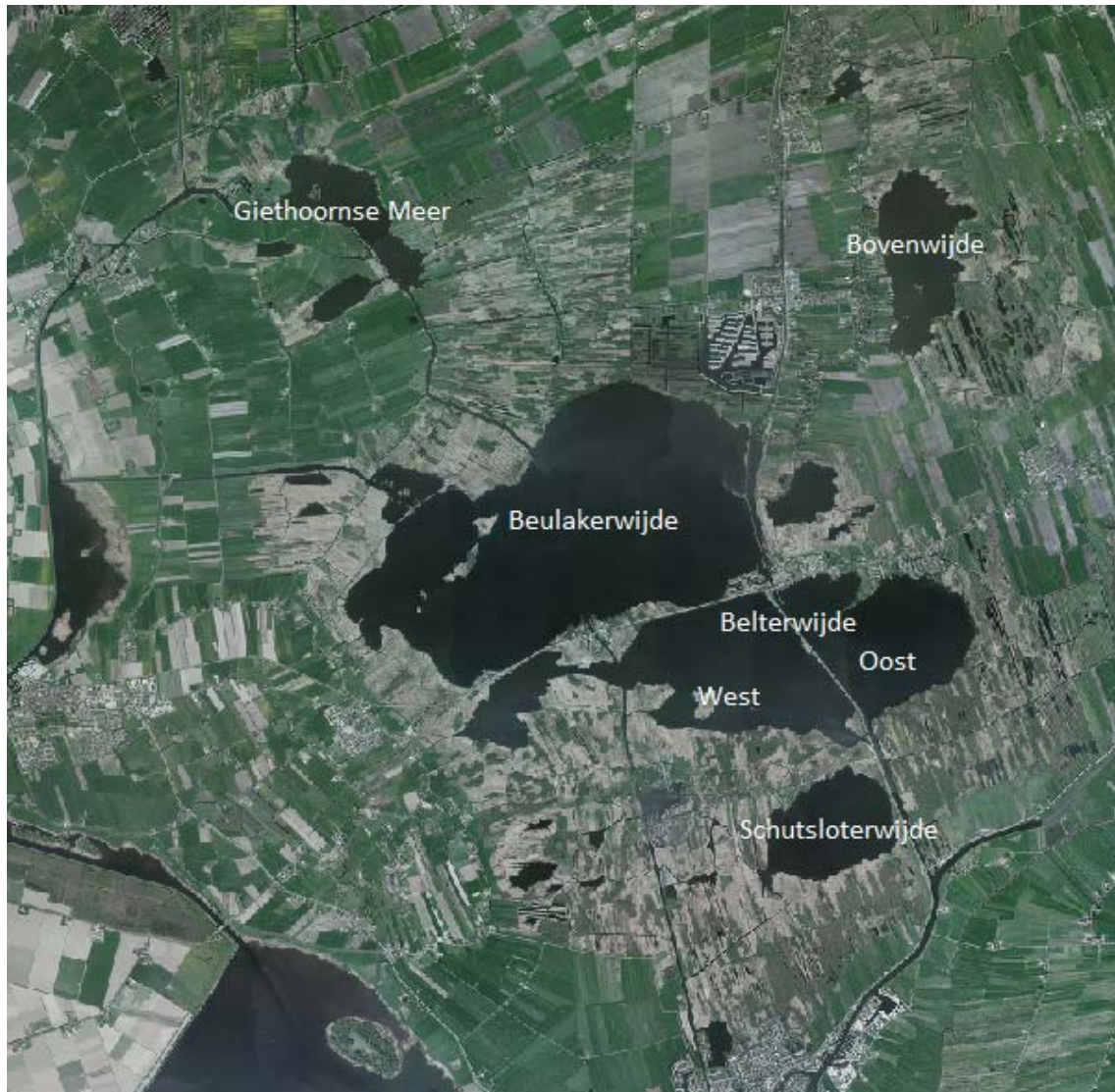
2.1 LOCATIES

Deze studie richt zich op vier meren in de Wieden in de kop van Overijssel. Ze maken onderdeel uit van de boezem van Noordwest Overijssel (Figuur 1). Deze bestaat uit 3000 hectare open water en ongeveer 9000 hectare boezemland. Bij wateroverschot in de landbouwpolders wordt het overtollige water uitgemalen op de boezem. Bij een tekort aan water wordt boezemwater gebruikt om een tekort aan water in de polders te voorkomen. Het natuurgebied Wieden en Weerribben vormt 95% van de boezem. De rest zijn watergangen die water vanuit Drenthe naar het Wieden Weerribbengebied aanvoeren. Door gemaal Stroink wordt het peil tussen de -0,73 m+NAP in de zomer en -0,83 m+NAP in de winter gehouden. Overtollig water wordt geloosd op het Vollenhovermeer en bij tekort wordt hier vandaan water ingelaten.



Figuur 1 De Boezem van Noordwest Overijssel (bron Watergebiedsplan Boezem NWO (ontwerp 2005)).

De meren waar dit rapport over gaat liggen in de Wieden, het zuidelijke deel van het natuurgebied van de boezem. De meren in het gebied die beschouwd worden, zijn de Belterwijde West, de Beulakerwijde, de Bovenwijde en het Giethoornse Meer (zie Figuur 2). De Schutsloterwijde wordt ter vergelijking gebruikt in de gebiedsbeschrijving en de discussie.

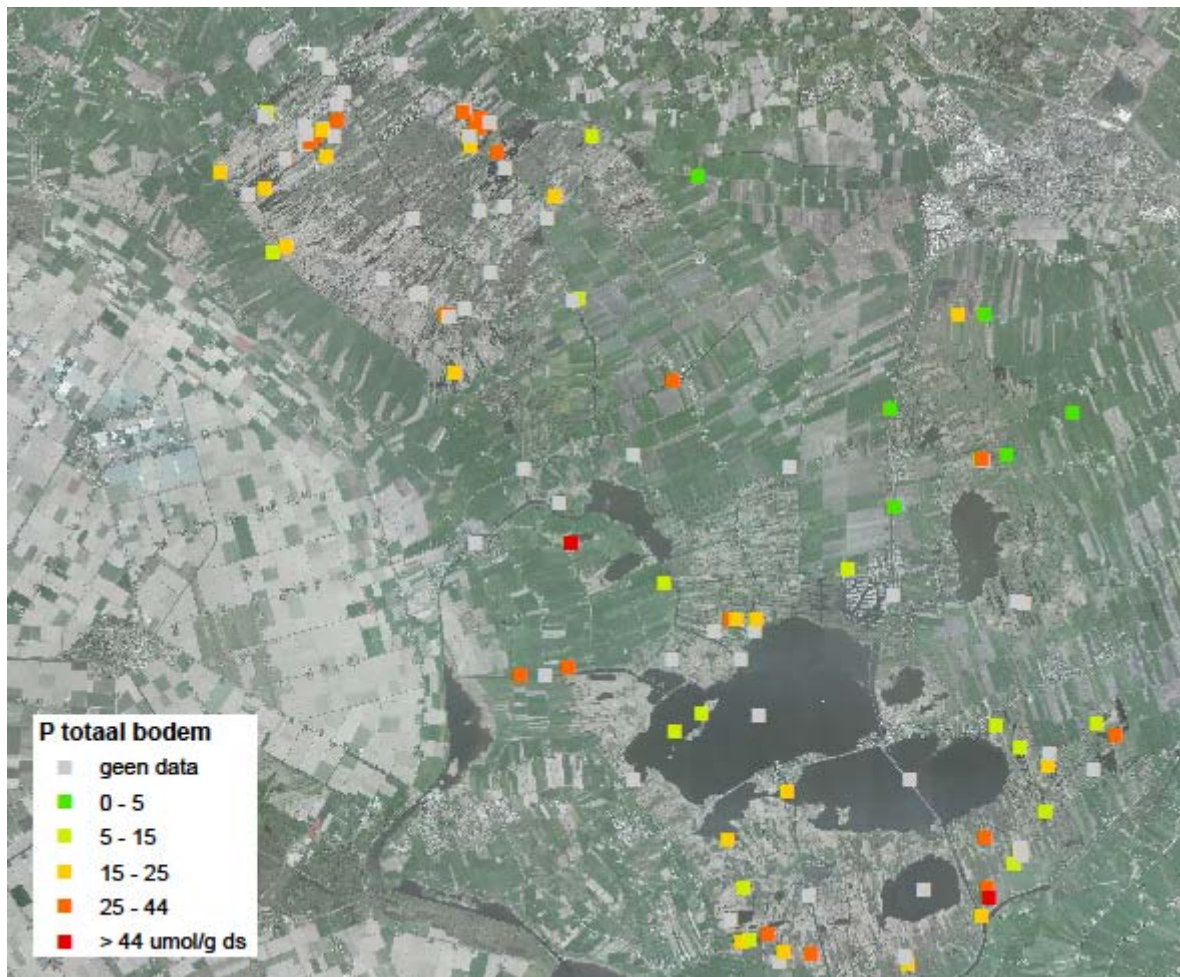


Figuur 2 Locaties meren.

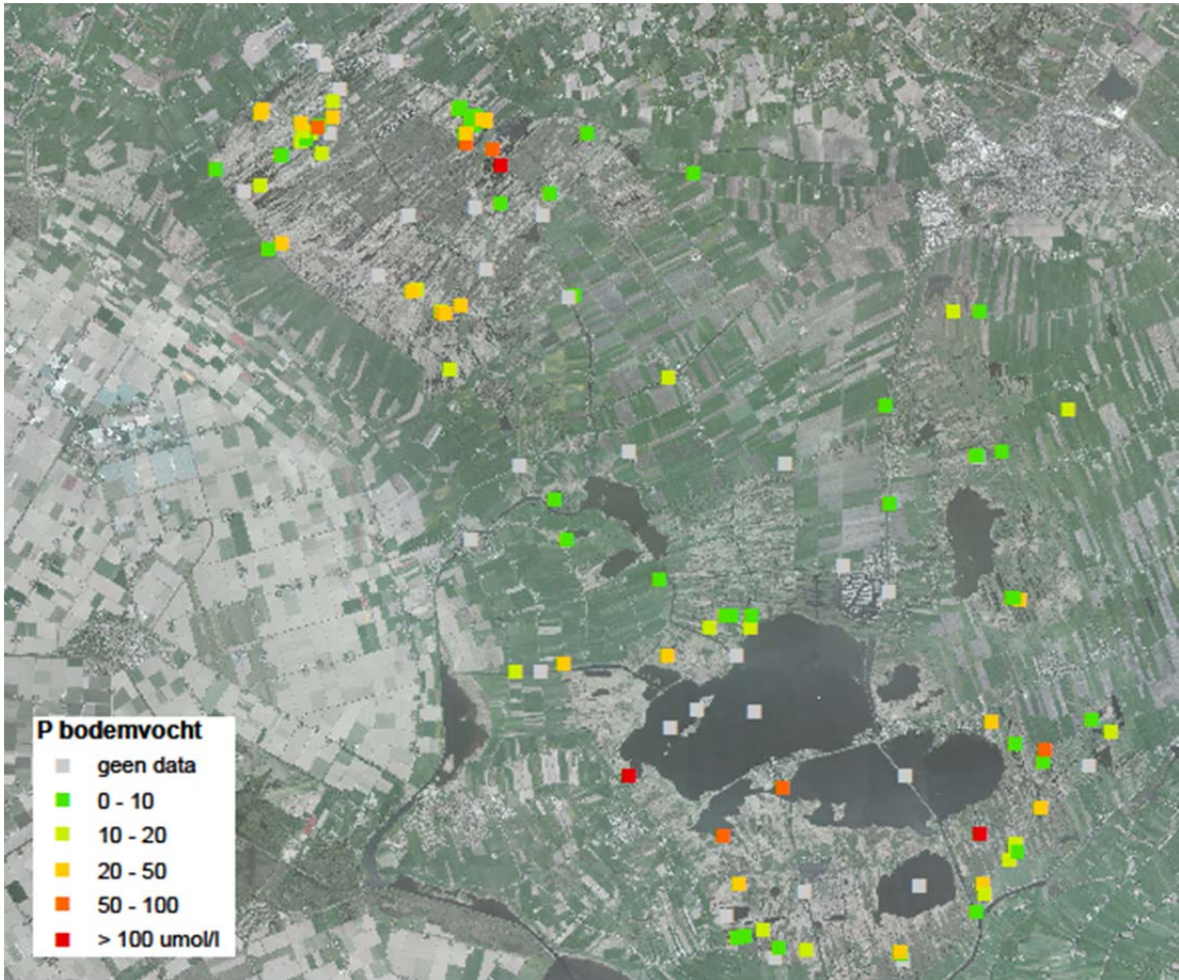
2.2 BODEMKWALITEIT

Voor de bodemdata in het gebied zijn verschillende bronnen beschikbaar (zie §3.4 en Bijlage 2). De meest recente en uitgebreide bron is het onderzoek van C. Cussel (UvA). Zijn data zijn voor dit onderzoek gebruikt. Kijkend naar Figuur 3 en Figuur 4 is niet een heel eenduidig patroon te zien in de sediment- en bodemvochtgehaltes van P-totaal. Wat wel opvalt, is dat het P gehalte in het sediment stijgt met toenemende Fe gehalten. Dit is het beste te zien wanneer beide gehalten tegen elkaar uitgezet worden zoals gedaan is in Figuur 5. De rode lijn in de figuur is de grenswaarde van 0,1 mol/mol, welke overeen komt met een P/F ratio van 0,055 g/g. Bodems welke boven deze lijn liggen en waarin het totaal-P gehalte boven de 1,35 gP/g ds (= 43,5 μ mol P/g ds) liggen worden aangemerkt als eutrofe waterbodems (Tonkes, 2006).

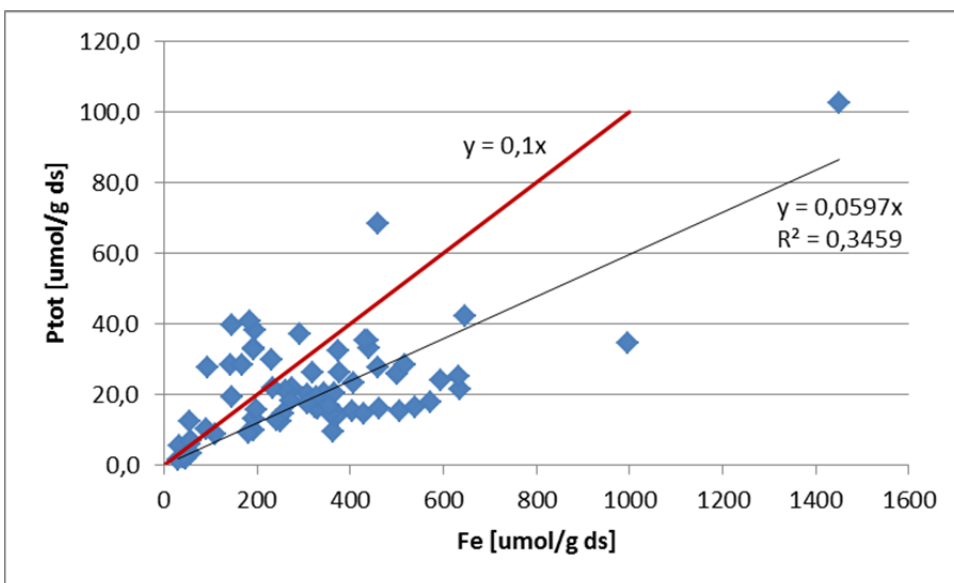
Slechts 1 van de meetpunten wordt op basis hiervan gekenmerkt als eutroof. Binnen Baggernut worden indicatieve grenzen gegeven voor de P concentratie in het anaeroob verzamelde bodemvocht. Bij P concentraties in bodemvocht boven de 50-100 $\mu\text{mol/l}$ (1.5-3 mg P/l) kan de mobilisatie zo hoog worden dat er, ook zonder enige aanvoer van buitenaf, voldoende P in de waterlaag is voor algenbloei als gevolg van diffusie (Poelen et al. 2012). Uitgaande van deze grenzen kan in 9 tot 3 monsterpunten de mobilisatie hoog oplopen. In het grootste deel van de monsterpunten liggen de bodemvocht concentraties echter onder de 20 $\mu\text{mol P/l}$.



Figuur 3 P-totaal in het sediment gemeten 2009 (bron C. Cussel UVA).



Figuur 4 P-totaal in het bodemvocht gemeten in augustus 2009 (bron C. Cussel, UVA).



Figuur 5 Gehalte van P-totaal en Fe in het sediment tegen elkaar uitgezet. De rode lijn is de grenswaarde van P/Fe=0,1 mol/mol (0,055 g/g).

2.3 WATERKWALITEIT

In Figuur 6 zijn de locaties van de meetpunten in het gebied aangegeven en in Tabel 2 welke meetpunt voor welke meer is gebruikt.

De waterkwaliteit laat geen hele grote verschillen tussen de meren zien. Voor dit onderzoek zijn vooral de gehalten van P-totaal en PO₄ (Figuur 7) de zwevend stof concentraties (Figuur 8) en de Chlorofyl-A gehalten (Figuur 9) van belang. Voor P-totaal en PO₄ zijn de kwartaalgemiddelde waarden over de periode 2003-2011 weergegeven. Bij de P-totaal concentraties valt op dat deze in de Beulakerwijdte en het Giethoornse Meer in het eerste kwartaal hoger liggen dan de rest en in het Giethoornse Meer ook wat hoger in het derde en vierde kwartaal. Behalve in het Giethoornse Meer in het derde kwartaal liggen de gemiddelde waarden in de zomer onder de streefwaarde van 0,09 mg/l. Bij de PO₄ concentraties heeft alleen het Giethoornse Meer wat verhoogde waarden in het eerste en vierde kwartaal. De Beulakerwijdte is relatief hoog over de gehele periode.

De zwevend stof concentraties zijn weergegeven vanaf 1995 omdat in de periode 2003-2011 weinig metingen beschikbaar zijn. Er is geen duidelijk verschil te zien tussen de meren. De waarden variëren allemaal tussen de 5 en 35 mg/l met uitzondering van een aantal uitschieters in 2004.

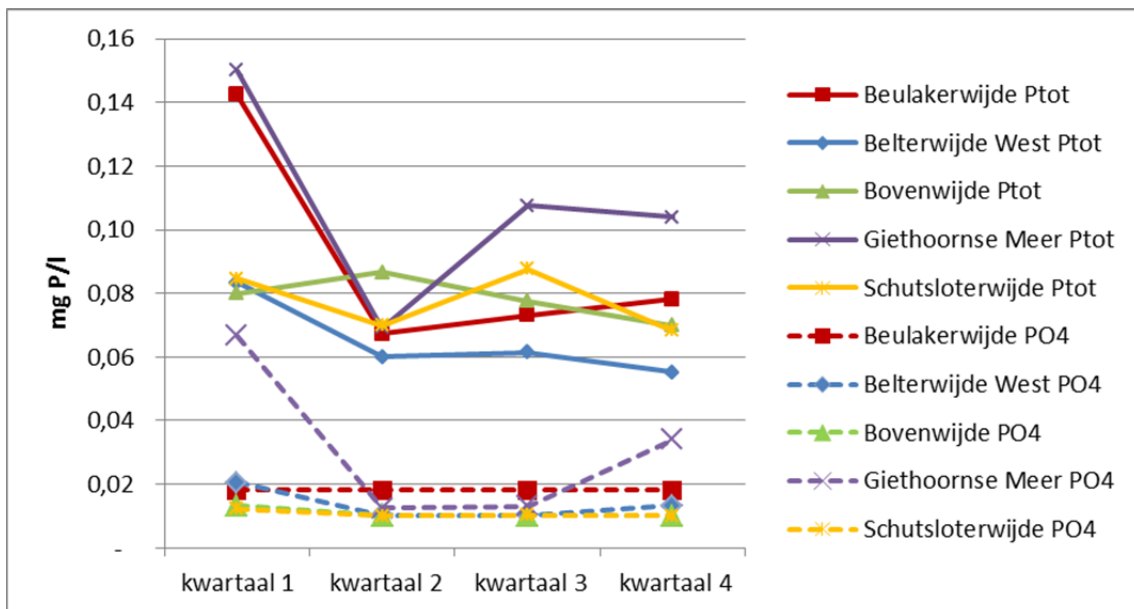
De chlorofyl-A concentraties zijn net als de zwevend stof gehalten vergelijkbaar tussen de meren. Hoewel de waarden in de Belterwijdte West nooit en in de Beulakerwijdte alleen incidenteel boven de 60 µg/l per liter uitkomen. De andere meren hebben regelmatig uitschieters naar hogere waarden. Maar de waarden worden nooit extreem hoog.

Meer	Gebruikt meetpunt
Beulakerwijdte	RO3BEUW5
Belterwijdte West	RO3BEWW5
Bovenwijdte	RO3BOVW1
Giethoornse Meer	RO3GIEM5
Schutsloterwijdte	RO3SCHW4

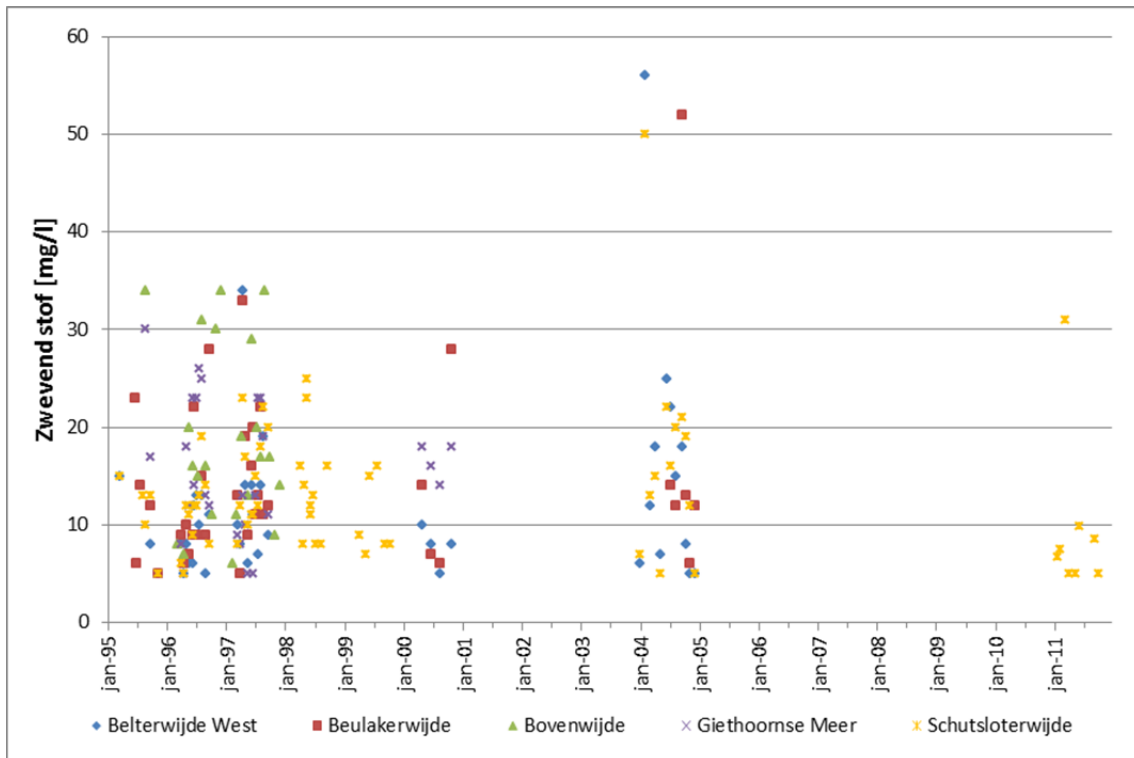
Tabel 2 Gebruikte meetlocaties.



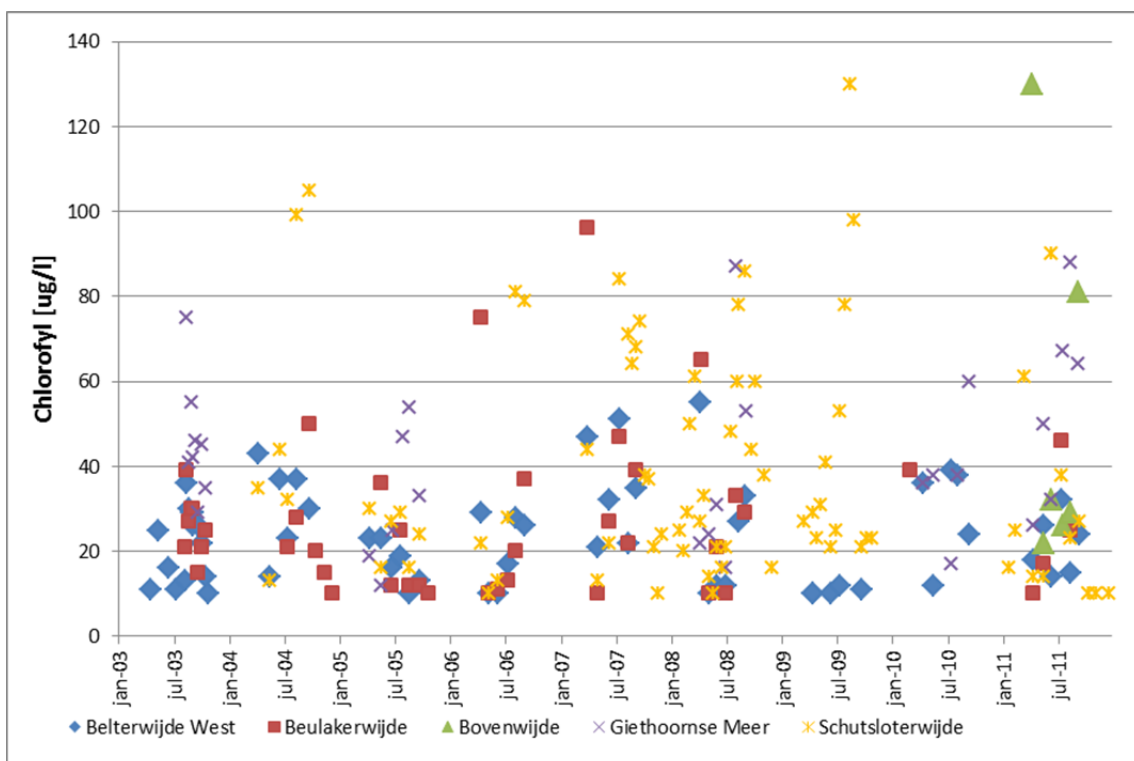
Figuur 6 Locaties meetpunten.



Figuur 7 Kwartaalgemiddelde waarden over de jaren 2003-2011 voor P-totaal en PO4 in mg/l.



Figuur 8 In de meren gemeten zwevend stof concentraties in mg/l.



Figuur 9 In de meren gemeten chlorofyl-A concentraties in µg/l.

3

Methode

3.1 MODEL

Binnen dit project was het de bedoeling om op een snelle manier een redelijk beeld te krijgen van het watersysteem. Daarom is gebruik gemaakt van een hydraulische modellering van het oppervlaktewater in combinatie met een conservatieve berekening van de waterkwaliteit. Binnen het project is niet gemodelleerd, maar er is een eerder opgestelde Sobek-model gebruikt.

Oorspronkelijk is dit model in 2004 in opdracht van Waterschap Reest en Wieden gemaakt om hoogwaterscenario's mee door te kunnen rekenen (ARCADIS 2004). In 2011 wilde Staatsbosbeheer meer inzicht krijgen in hoe de boezem van Noordwest Overijssel hydrologische in te richten om duurzame instandhouding van de Natura 2000 doelen mogelijk te maken. ARCADIS heeft toen in opdracht van Staatsbosbeheer het model aangepast om ook inlaatsituaties mee door te kunnen rekenen. Dat was noodzakelijk om de vraag van Staatsbosbeheer te kunnen beantwoorden (ARCADIS, 2011).

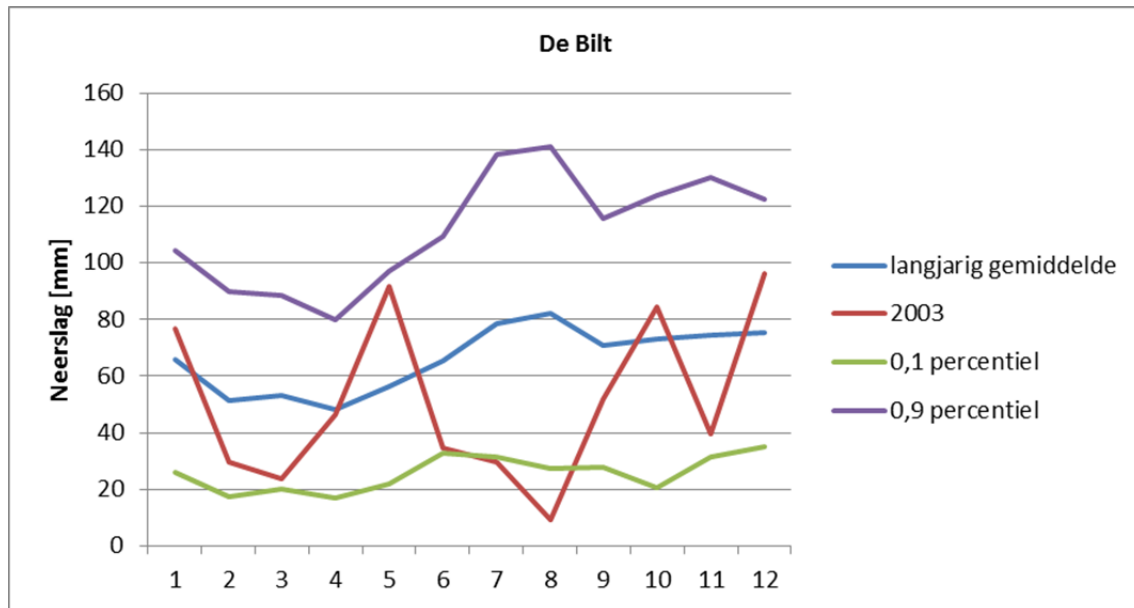
In dit project zijn de berekeningen van de huidige situatie (2003) gebruikt zoals berekend in 2011. Het model NW_F2.lit is opgesteld in Sobek 2.12.002. Wanneer in de volgende hoofdstukken naar het model verwezen wordt, gaat het steeds om de volgende cases:

- 5 '2003 huidige situatie fractie' voor de fractieanalyses;
- 6 '2003 huidige situatie WQ' voor de balansen.

Het model is twee keer doorgerekend. Eerst een keer over 2003 met een vaste diepte als begin. De waterstanden aan het einde van het jaar zijn vervolgens gebruikt als beginwaterstand voor een nieuwe berekening voor 2003. Deze laatste run is de definitieve run die gebruikt is in deze rapportage. 2003 was een warm droog jaar. Er waren 222 zonnuren wat veel is in vergelijking met het gemiddelde van 1524 uur. Verder was er vanaf 31 juli tot 13 augustus een hittegolf. Dat wil zeggen dat de temperatuur voor minimaal 5 dagen boven de 25°C ligt, met minimaal drie dagen boven de 30°C (De Lange, 2011).

In Figuur 10 is ter illustratie de neerslag in De Bilt opgenomen. 80% van de waarden tussen 1906 t/m 2011 liggen tussen de groene en de paarse lijn. Het gemiddelde over die periode is de blauwe lijn. Op een gemiddeld hoge neerslag in mei na, was 2003 erg droog vooral in februari/maart en juni/juli/augustus.

De resultaten van de berekening voor dit relatief droge jaar kunnen afwijken van resultaten voor een gemiddeld jaar. De belangrijkste afwijking is dat er meer waterinlaat nodig geweest is in dit jaar en minder water vanuit de polders het gebied in gekomen is. Dat betekent een grotere fractie inlaatwater dan gemiddeld en over een langere periode een omgedraaide stromingsrichting. Omdat in het model alleen de verdamping vanuit de polders is meegenomen en niet de verdamping vanaf de circa 3000ha oppervlaktewater wordt dit effect deels opgeheven.



Figuur 10 Neerslag in De Bilt (bron www.knmi.nl).

3.2 FRACTIEANALYSE

Bij een fractieberekening wordt aan al het water dat het model in komt een label toegekend. Vervolgens kan je door het jaar heen zien waar het water op een bepaalde locatie vandaan komt. In het gebruikte model zijn labels toegekend aan water dat vanuit verschillende inlaten en polders het gebied in komt. Daarnaast komt er via “laterale knopen” kwel en neerslag het model in. De aanvoer via kwel naar open water is klein, want over het algemeen treedt infiltratie op. Deze knopen zijn geclusterd per gebied en daar is een fractie aan toegekend. Daarnaast zijn er een aantal losse locaties die niet onder een gebied vallen. Deze zijn per knoop genummerd. Kaartjes met de locaties van de fractieanalyse staan in Bijlage 1.

Voor het opstellen van de fractieanalyse is per meer gekeken welke rekeneenheden van het waterkwaliteitsmodel onderdeel uitmaken van het meer. Voor elk meer is het gemiddelde genomen van de fractieverdeling van de betreffende rekeneenheden.

Vervolgens zijn per meer de meest aanwezige fracties (som over het jaar > 5) in een grafiek gezet. Hierin ziet u het verloop van de fracties door het jaar heen.

3.3 BALANSEN

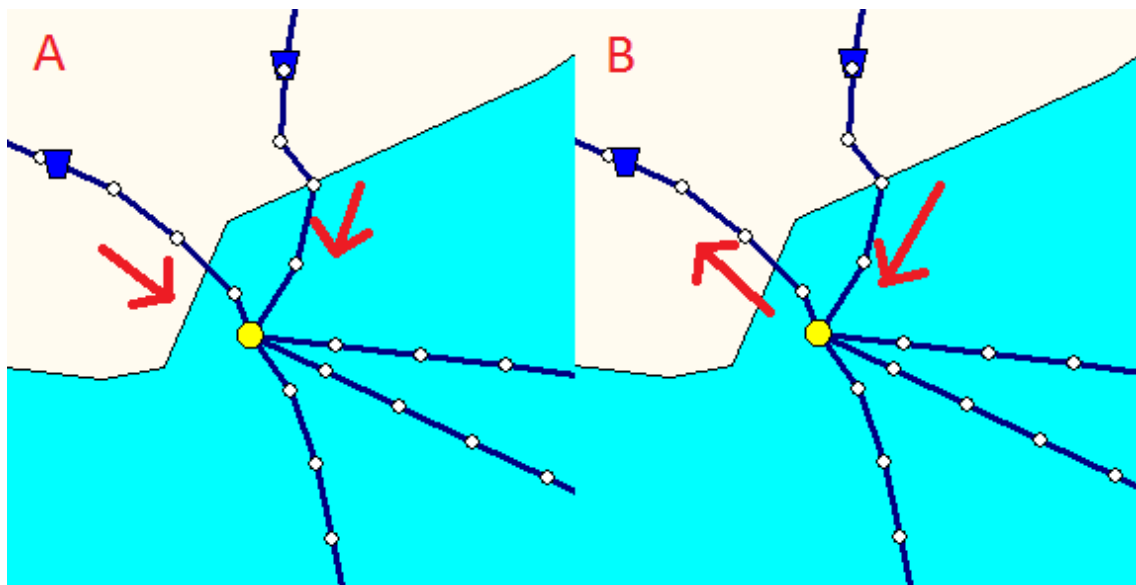
3.3.1 WATERBALANS

De waterbalansen zijn opgesteld op basis van de afvoer in de watergangen die de meren in- en uitstromen. Van alle watergangen die op een meer uitkomen, is de afvoer uitgesplitst naar instromend en uitstromend water en op basis daarvan is de waterbalans opgesteld. Dit is gedaan per kwartaal en per jaar.

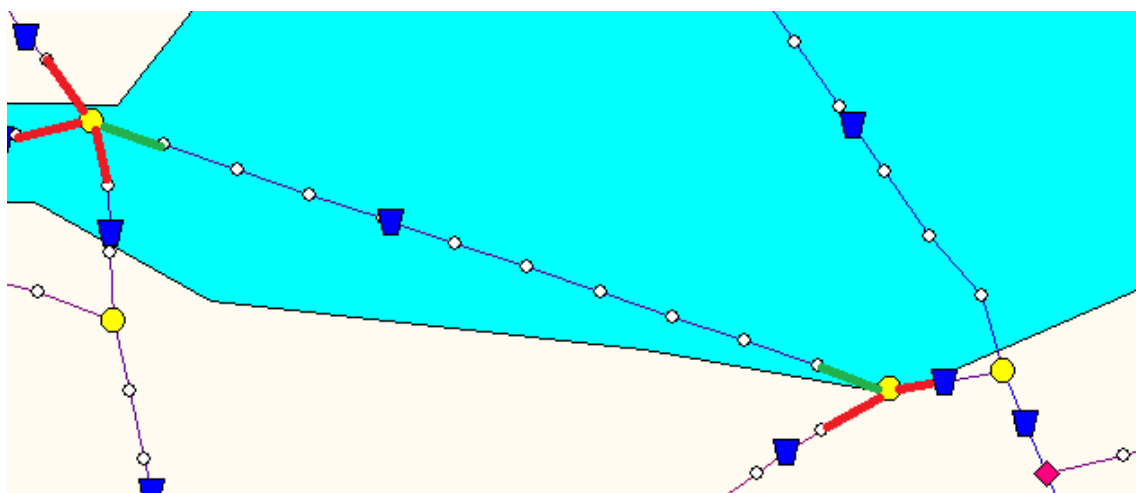
Vervolgens is de verblijftijd berekend. Hiervoor is de jaargemiddelde diepte van het meer berekend op basis van de modellering. Het oppervlak van het meer is bepaald op basis van de som van de open water knopen en het oppervlak van de waterlopen die onderdeel maken vanuit het meer.

De stroming van het water door de aan- en afvoerwatergangen kan een grote invloed hebben op de berekende verblijftijd. In de situatie zoals geschetst in Figuur 11A kan de verblijftijd volgens bovenstaande methode berekend worden. De watergangen voeren gelijktijdig water aan. Wanneer echter de situatie van Figuur 11B zich voordoet, kan het zijn dat er veel water wat het meer instroomt direct ook weer het meer uitstroomt. In dat geval zal de verblijftijd kleiner zijn dan berekende op basis van in- en uitstroomdebieten. Alle in- en uitstroompunten zijn hierop gecontroleerd. Alleen bij de Belterwijde West was het nodig om hiervoor te corrigeren. Voor dat meer is een enigszins afwijkende balansmethode toegepast.

Voor de Belterwijde West is de waterbalans niet opgesteld op basis van de watergangen die het meer inkomen, maar op basis van de afvoeren in het eerste segment in het meer (Figuur 12).



Figuur 11 mogelijke aanvoersituaties.



Figuur 12 Voor de balans van Belterwijde West is niet de afvoer in de inkomende watergangen (rood) gebruikt, maar de afvoer in de eerste segmenten in het meer (groen).

3.3.2 STOFBALANS

De stofbalans voor totaal P is opgesteld door de waterbalans te gebruiken in combinatie met de concentraties van P zoals ze door het model berekend zijn. Voor het water dat het meer uit gaat, is de gemiddelde concentratie in het meer genomen en voor het water dat het meer in komt de concentratie zoals berekend voor de inkomende watergang(en). De posten kwel en neerslag zijn in de stofbalans steeds 0, omdat deze in het model een concentratie van 0 mgP/l hebben. Neerslag heeft in werkelijkheid ook een erg lage concentratie P. Het grondwater heeft echter wel hogere concentraties dan hier voor de kwel aangenomen is. Maar omdat in het gebied vanuit open water vooral infiltratie optreedt, zal de fout die ontstaat door deze aanname niet heel groot zijn.

Voor de Belterwijde West is naast een aangepaste waterbalans ook een alternatieve manier gebruikt om de stofbalans op te stellen. Niet de berekende concentraties zijn de basis voor de balans, maar gemeten concentraties. Het model beschrijft de hydrologie in 2003, maar omdat voor dat jaar niet op alle locaties voldoende gegevens waren, is voor de balans de maand gemiddelde concentratie over de jaren 2003-2011 gebruikt. Het uitgaande water heeft de concentratie op basis van het meetpunt in de Belterwijde West (RO3BEWW5). De concentratie van het inkomende water vanuit het westen is op basis van RO3BEUW5 in de Beulakerwijde en het water vanuit het oosten heeft de concentraties op basis van het meetpunt in de Belterwijde Oost (RO3BEWO1). De locaties van de genoemde meetpunten staan in Figuur 6.

3.4 SLIBDIAGNOSE

Uitgebreide informatie over de bodemdiagnose tool is te vinden in Osté en Van de Weerd (2012 I en II). Hieronder vindt u een aantal aannames met betrekking tot de invoergegevens voor de beschouwde meren.

- Waterkwaliteitsgegevens op basis van de meetpunten in het betreffende meer. Het gaat om locaties RO3GIEM5, RO3BOVW1, RO3BEUW5 en RO3BEWW5, zie Figuur 6;
- Gebruikte waarden zijn kwartaalgemiddelde over de metingen in de periode 2003-2011. Vanwege de beperkte dataset van zwevend stof voor deze periode (zie Figuur 8) is hiervoor een gemiddelde waarde gebruikt over de periode 1995-2011;
- Er zijn verschillende bronnen aanwezig voor de bodemgegevens in het gebied (zie Bijlage 2). We hebben de data van de verschillende bronnen vergeleken en kiezen voor het gebruik van de meest recente en meest uitgebreide dataset die beschikbaar is. Dat is de meetreeks van C. Cussel (UVA);
 - Voor het P en Fe gehalte in sediment zijn in Beulakerwijde en Belterwijde West in het meer gemeten waarden gebruikt. Voor Bovenwijde en Giethoornse Meer gebiedsgemiddelden (zie Tabel 3).
 - Voor het P gehalte in het bodemvocht gemeten in augustus is alleen in de Belterwijde West een meting in het meer. Voor de andere meren is het gemiddelde genomen van de locaties die in de directe omgeving liggen (zie Tabel 3).
- De waterbalansen voor de slibdiagnose zijn sluitend gemaakt door wat extra neerslag of verdamping ter grootte van de sluitpost toe te voegen. Het gaat hierbij om kleine aanpassingen, omdat de sluitposten in de waterbalansen klein zijn (maximaal +/-1% over een jaar).

Meer	P sediment [g/kg]	Fe sediment [g/kg]	P bodemvocht [mg/l]
Belterwijde West	0,72	22,76	2,14
Beulakerwijde	0,35	12,13	0,93
Bovenwijde	0,68	18,05	0,36
Giethoornse Meer	0,68	18,05	0,19

Tabel 3 Bij slibdiagnose gebruikte bodemgegevens.

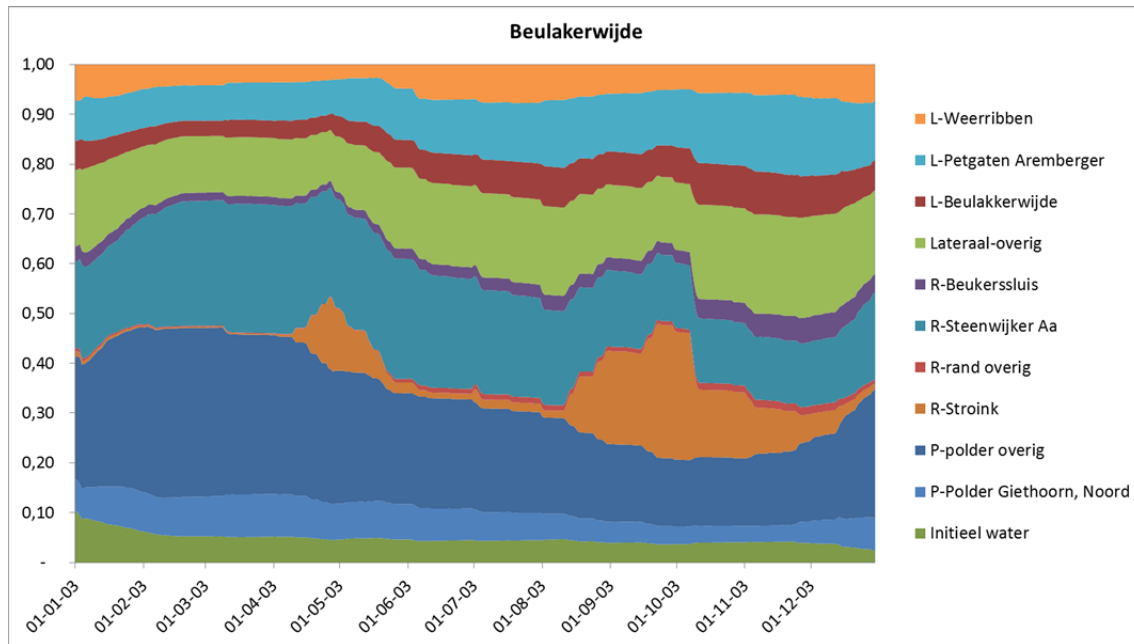
4

Resultaten & Discussie

4.1 BEULAKERWIJDE

4.1.1 FRACTIEANALYSE

Figuur 13 laat zien hoe de samenstelling van het water in de Beulakerwijde door het jaar heen verloopt. Het eerste deel van het jaar komt het grootste aandeel van het water uit polders en vanuit de Steenwijker Aa. Water dat lateraal het systeem in komt (voornamelijk neerslag) heeft ook een aanzienlijk aandeel, maar duidelijk minder dan de polders. Door het jaar heen neemt het aandeel lateraal water toe, terwijl het aandeel water vanuit de polders en de Steenwijker Aa afneemt. Opvallend is het aandeel van water vanaf gemaal Stroink. Dit neemt in april even flink toe en in de loop van augustus. Dit hangt samen met de inlaat van water na een droge periode in maart en na de hittegolf van juli-augustus (zie ook §3.1). Er is nog een kleine hoeveelheid initieel water in het meer aanwezig. Dit is water wat bij de eerste opstart van het model aanwezig was en waar dus geen bron aan gekoppeld kan worden. Hoewel het model twee jaar doorgerekend is (zie §3.1) is er nog wat van dit water aanwezig. Dit komt waarschijnlijk grotendeels doordat er ook initieel water van buiten het meer aangevoerd wordt, zeker gezien de locatie van het meer op de route naar gemaal Stroink waar veel water het gebied verlaat. Daarnaast is de verblijftijd belangrijk. Dat is een maat voor hoe lang het duurt voordat het water in het meer helemaal ververs is. De verblijftijd van de Beulakerwijde is 141 dagen (zie Tabel 5).



Figuur 13 Fractieanalyse voor de Beulakerwilde. De R staat voor rand, de P voor polder en de L voor laterale instroming (kwel en neerslag).

4.1.2 WATER- EN STOFBALANS

Waterbalans

Tabel 4 en Figuur 15 geven de waterbalans voor de Beulakerwilde. Figuur 14 geeft een overzicht van het meer met de codes van de balansposten.

De belangrijkste waterinlaat vindt plaats bij 13_6, 269 en 279 (pijlen in Figuur 14). Het water verlaat het meer via 171. Dat komt overeen met een stromingsrichting van het noorden en oosten richting het westen. Op momenten van inlaat vanuit Stroink (171) wordt dit patroon onderbroken. Dat is duidelijk te zien in kwartaal 3. Er is maar weinig doorstroming en het meeste water komt vanuit het westen en verlaat het meer naar het noorden en oosten.

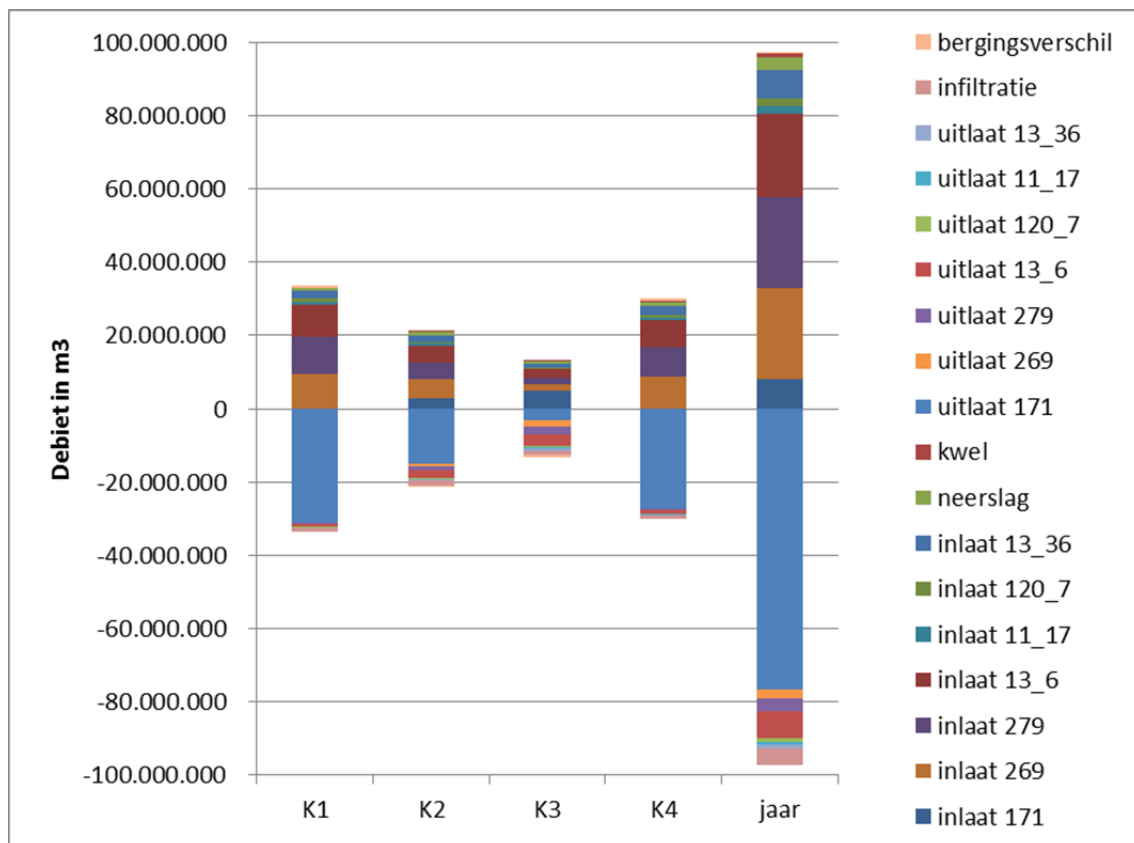
Tabel 5 geeft de verblijftijd voor de Beulakerwilde. Jaargemiddelde is deze 141 dagen. In het eerste kwartaal met de meeste doorstroming van het meer is de verblijftijd 99 dagen. In het derde kwartaal wanneer inlaat plaatsvindt en weinig doorspoeling loopt de verblijftijd op naar 241 dagen.



Figuur 14 De codes van de balansposten voor de Beulakerwijdte. De belangrijkste in- en uitlaten aangegeven met pijl.

Naam	ID	K1	K2	K3	K4	jaar	%
in Ettenlands kanaal	171	0,01	2,89	5,05	0,01	7,96	8,2
in Vaartsloot	11_17	0,81	0,45	0,20	0,71	2,17	2,2
in Vaarweg Blauwe hand - Blokzijl	13_6	8,68	4,60	2,12	7,32	22,71	23,4
in Dwarsgracht	120_7	0,89	0,47	0,20	0,75	2,33	2,4
in Vaarweg Beukers-Steenwijk N	279	10,11	4,73	1,81	8,07	24,72	25,4
in Vaarweg Beukers-Steenwijk Z	269	9,57	5,08	1,73	8,66	25,03	25,8
in Vaarweg Zwartsluis - Walengracht	13_36	2,09	1,70	1,14	2,53	7,46	7,7
kwel		0,17	0,28	0,26	0,29	1,01	1,0
neerslag		0,74	1,07	0,82	1,15	3,77	3,9
IN totaal		33,07	21,27	13,33	29,49	97,16	100,0
uit Ettenlands kanaal	171	-31,25	-14,93	-3,31	-27,28	-76,77	78,9
uit Vaartsloot	11_17	-0,09	-0,21	-0,31	-0,12	-0,72	0,7
uit Vaarweg Blauwe hand - Blokzijl	13_6	-0,89	-2,16	-3,28	-1,09	-7,42	7,6
uit Dwarsgracht	120_7	-0,09	-0,23	-0,36	-0,11	-0,79	0,8
uit Vaarweg Beukers-Steenwijk N	279	-0,12	-1,07	-2,14	-0,34	-3,67	3,8
uit Vaarweg Beukers-Steenwijk Z	269	-0,05	-0,77	-1,44	-0,02	-2,27	2,3
uit Vaarweg Zwartsluis - Walengracht	13_36	-0,26	-0,40	-0,56	-0,11	-1,32	1,4
infiltratie		-0,89	-1,25	-1,24	-0,95	-4,32	4,4
verdamping		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
UIT totaal		-33,64	-21,02	-12,64	-30,00	-97,29	100,0
sluitpost		0,57	-0,26	-0,69	0,51	0,13	0,1

Tabel 4 Waterbalans Beulakerwijdte in m³*10⁶.



Figuur 15 Waterbalans voor de Beulakerwijde.

Legenda balansfiguren

De legenda van de balansfiguren is niet prettig leesbaar. Deze wordt automatisch gegenereerd door Excel I. Hier is vooralsnog geen betere eenvoudige oplossing voor. In de legenda staan eerst de UIT-posten genoteerd van onder naar boven. Vervolgens komen de IN-posten die van boven naar beneden gerangschikt zijn. Dus in Figuur 15 staat van de UIT-posten het bergingsverschil het verst van de as en uitlaat 171 het dichtst bij de as. Van de IN-posten staat de kwel het verst van de as en inlaat 171 het dichtst bij de as.

	eenheid	K1	K2	K3	K4	jaar
oppervlak	ha	1334	1334	1334	1334	1334
diepte	m	2,64	2,73	2,73	2,68	2,67
volume	m ³	35.249.364	36.379.802	36.459.126	35.808.967	35.627.932
verblijftijd	d	99	166	274	117	141

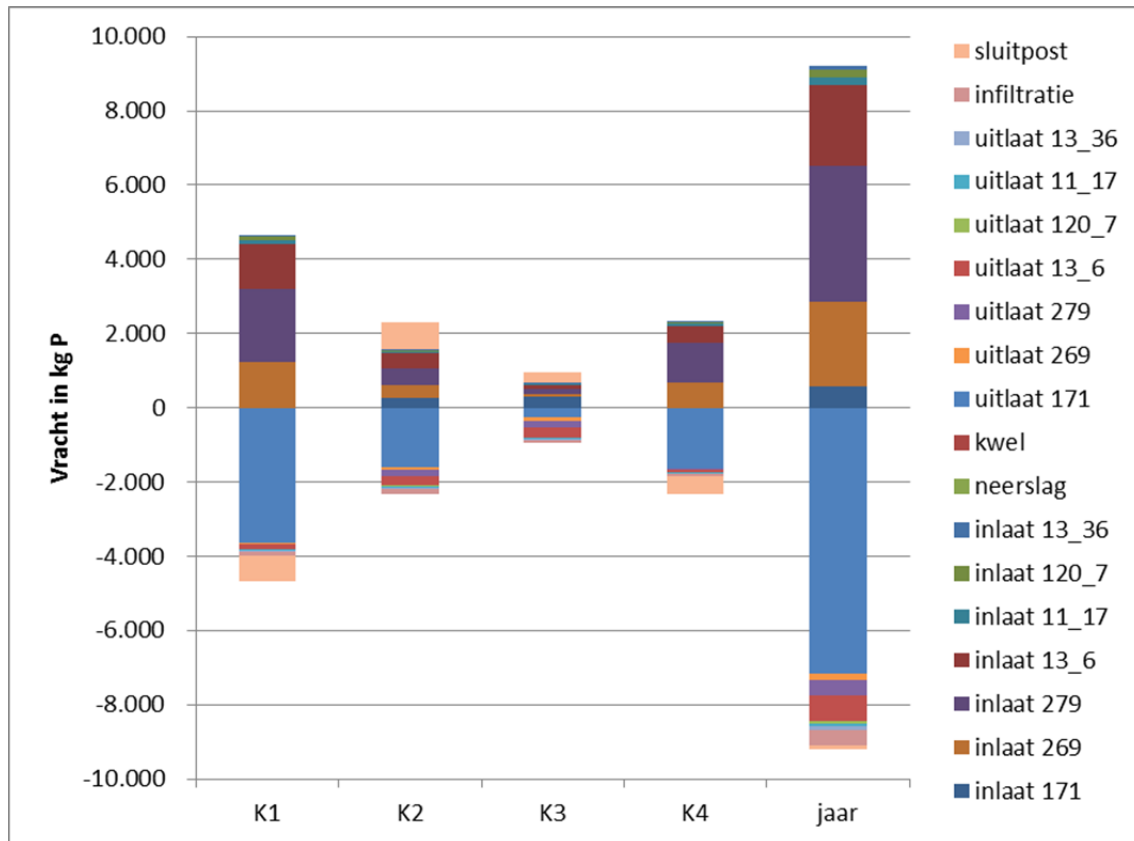
Tabel 5 Verblijftijden voor de Beulakerwijde en de gegevens die nodig zijn voor de berekening.

Stofbalans

In Tabel 6 en Figuur 16 is de P-balans voor de Beulakerwijde weergegeven. De genoemde posten zijn gelijk aan die in de waterbalans, dus de locatie van de codes kunt u vinden in Figuur 14. De stofbalans volgt redelijk de waterbalans. Dezelfde inlaten en uitlaat zijn belangrijk en het derde kwartaal ziet er heel anders uit dan de andere als gevolg van inlaat. De sluitpost op de P-balans is over het jaar genomen 1,1 %, maar per kwartaal gekeken, zijn deze percentages groter.

Naam	ID	K1	K2	K3	K4	jaar	%
in Ettenlands kanaal	171	1	264	292	1	558	6,1
in Vaartsloot	11_17	112	38	12	44	205	2,2
in Vaarweg Blauwe hand - Blokzijl	13_6	1.209	391	128	462	2.191	23,8
in Dwarsgracht	120_7	125	30	11	51	217	2,4
in Vaarweg Beukers-Steenwijk N	279	1.973	482	122	1.067	3.644	39,6
in Vaarweg Beukers-Steenwijk Z	269	1.213	330	81	677	2.300	25,0
in Vaarweg Zwartsluis - Walengracht	13_36	29	28	21	15	93	1,0
kwel		0	0	0	0	0	0,0
neerslag		0	0	0	0	0	0,0
IN totaal		4.662	1.562	667	2.317	9.208	100,0
uit Ettenlands kanaal	171	-3.655	-1.586	-261	-1.651	-7.153	78,6
uit Vaartsloot	11_17	-12	-22	-20	-6	-61	0,7
uit Vaarweg Blauwe hand - Blokzijl	13_6	-129	-258	-246	-69	-702	7,7
uit Dwarsgracht	120_7	-12	-27	-27	-7	-74	0,8
uit Vaarweg Beukers-Steenwijk N	279	-23	-159	-179	-23	-385	4,2
uit Vaarweg Beukers-Steenwijk Z	269	-5	-87	-106	-1	-200	2,2
uit Vaarweg Zwartsluis - Walengracht	13_36	-34	-46	-36	-6	-122	1,3
infiltratie		-130	-128	-82	-68	-408	4,5
verdamping		0	0	0	0	0	0,0
UIT totaal		-4.000	-2.313	-959	-1.832	-9.103	100,0
sluitpost		-662	751	292	-485	-105	1,1

Tabel 6 P balans Beulakerwilde in kg P.



Figuur 16 Stofbalans voor de Beulakerwijde.

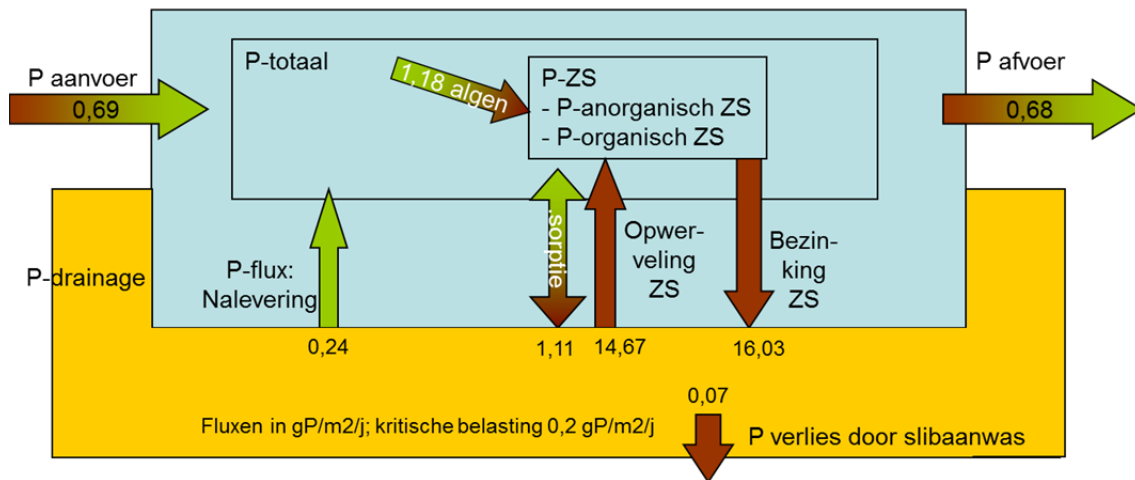
4.1.3 SLIBDIAGNOSE

De P-fluxen die het resultaat zijn van de analyse van de Beulakerwijde met de bodemdiagnosetool zijn te zien in Figuur 17. Algegroeï zorgt voor aanvoer van P naar het zwevend stof en daarnaast zijn opwerveling en sedimentatie grote fluxen. Er vindt netto sedimentatie van P plaats. Door de sedimentatie (zie ook de ZS-fluxen in Figuur 18) ontstaat aanvulling van slib. Omdat de bodemdiagnosetool rekent met een vaste dikte van de sliblaag, verdwijnt er onderaan de kolom P uit het systeem. Dat betekent dat er, hoewel aan- en afvoer vrijwel met elkaar in evenwicht zijn toch P uit het systeem verdwijnt als gevolg van slibaanwas. De nalevering is niet groot ten opzichte van de kritische belasting, maar zorgt wel voor 25% van de P belasting van het systeem.

In Figuur 19 en Figuur 20 staan de fluxen per kwartaal. Bij de P-fluxen is het opvallend dat sedimentatie en bezinking in het eerste kwartaal veel hoger zijn dan de rest van het jaar. Dit is het gevolg van de relatief hoge P concentratie in zwevend stof in het eerste kwartaal.

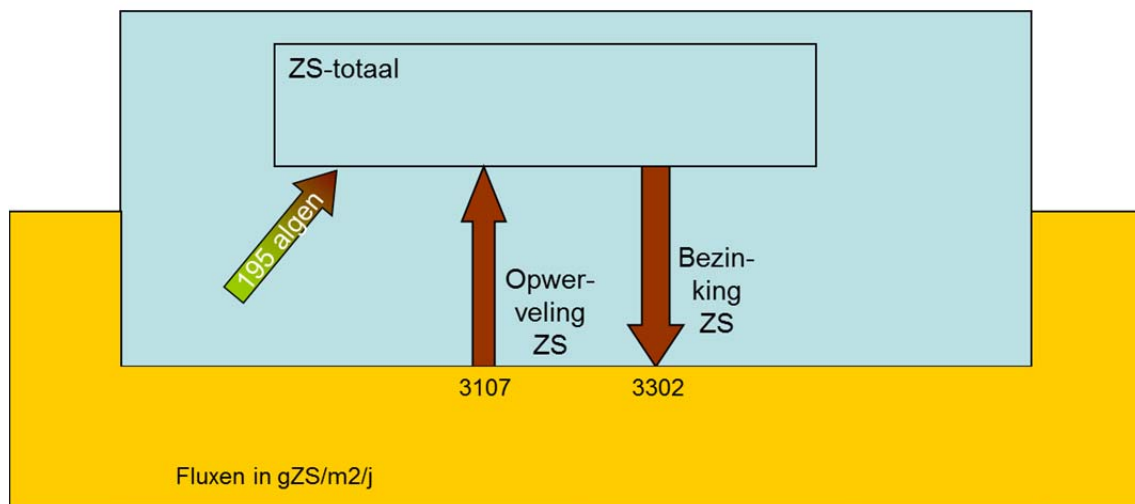
Figuur 21 laat de bijdrage van verschillende componenten aan de lichtuitdoving in de Beulakerwijde zien. De bijdrage van overig detritus neemt toe gedurende het jaar, terwijl de bijdrage van chlorofyl en chlorofyl-detritus afneemt. Het berekende doorzicht (Figuur 22) blijft vrij constant over het jaar heen. Hoewel de gemeten waarden meer schommelen, liggen de berekende waarden wel in de juiste orde van grootte.

Beulakerwijde P-fluxen

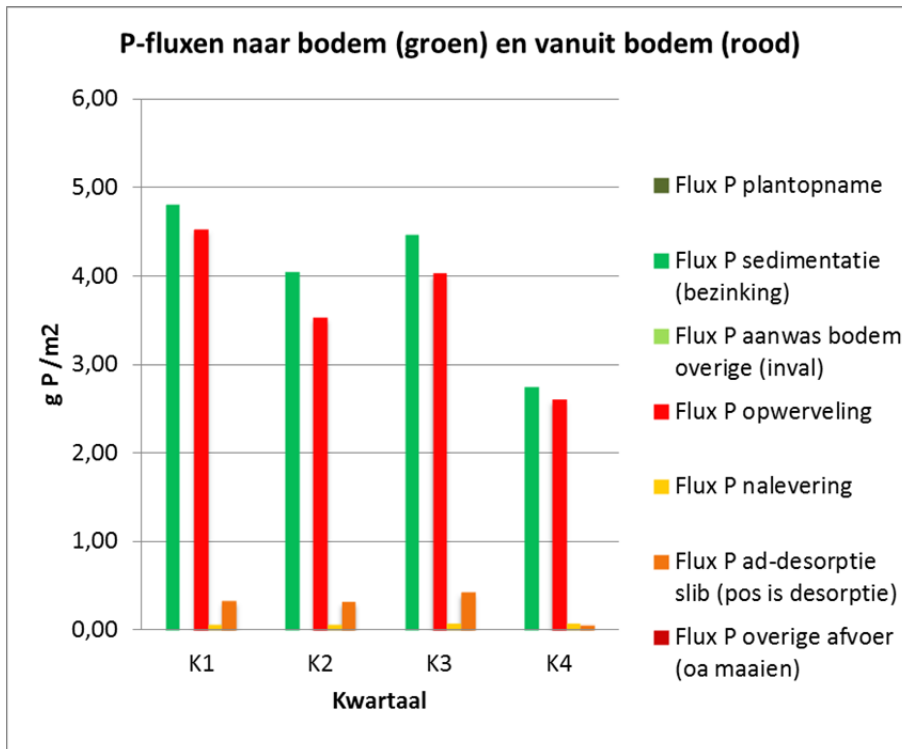


Figuur 17 P-fluxen voor de Beulakerwijde.

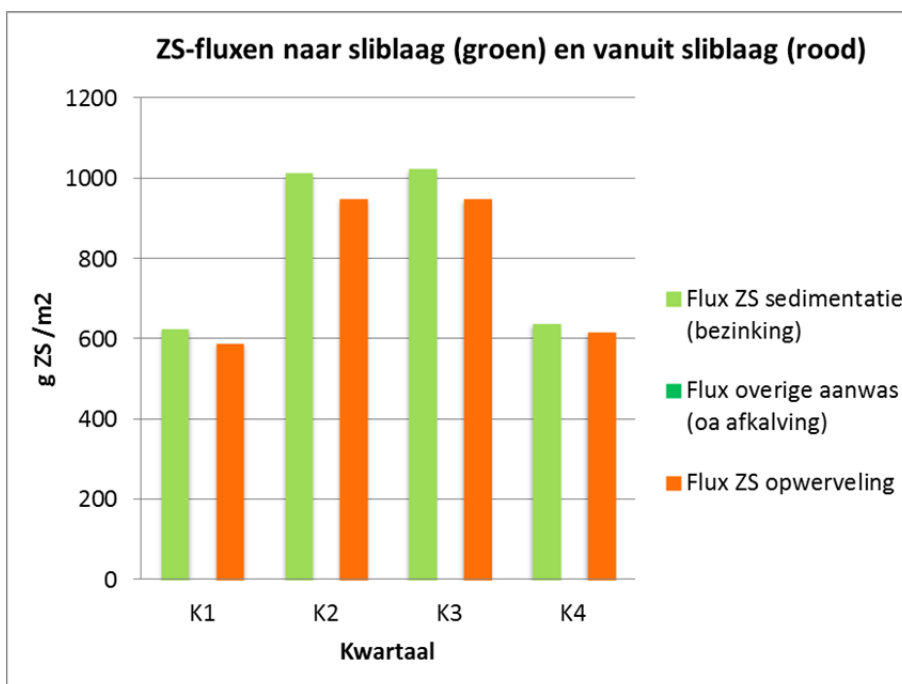
Beulakerwijde ZS-fluxen



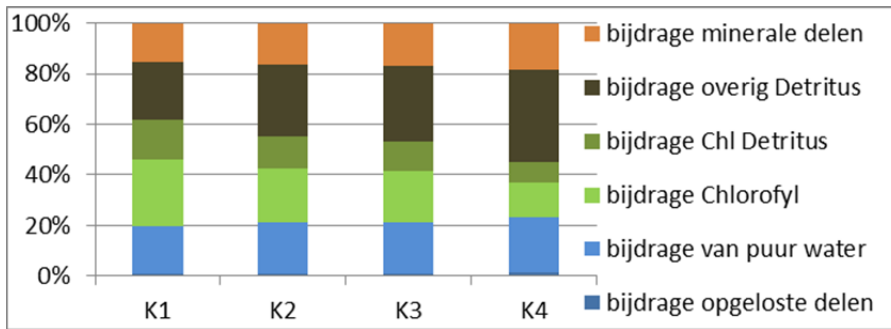
Figuur 18 ZS-fluxen voor de Beulakerwijde.



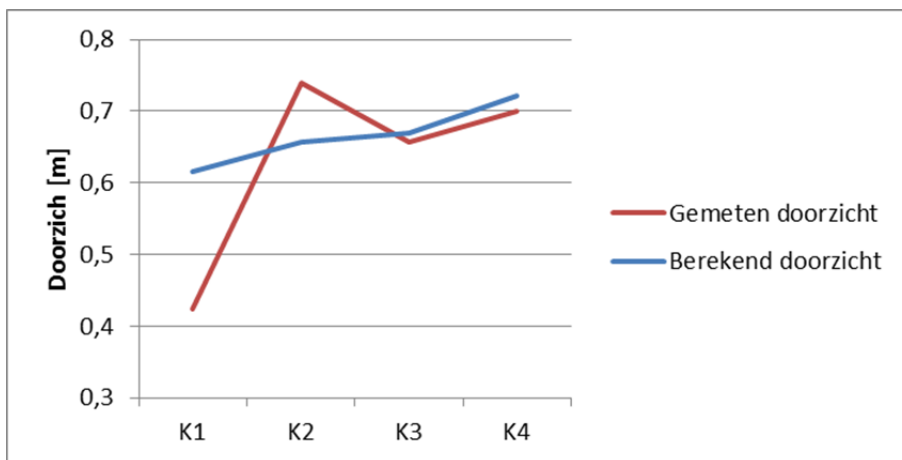
Figuur 19 P-fluxen van en naar de bodem in de Beulakerwilde.



Figuur 20 ZS fluxen van en naar de sliblaag in de Beulakerwilde.



Figuur 21 Bijdrage van verschillende componenten aan de lichtuitdoving in de Beulakerwijdje.

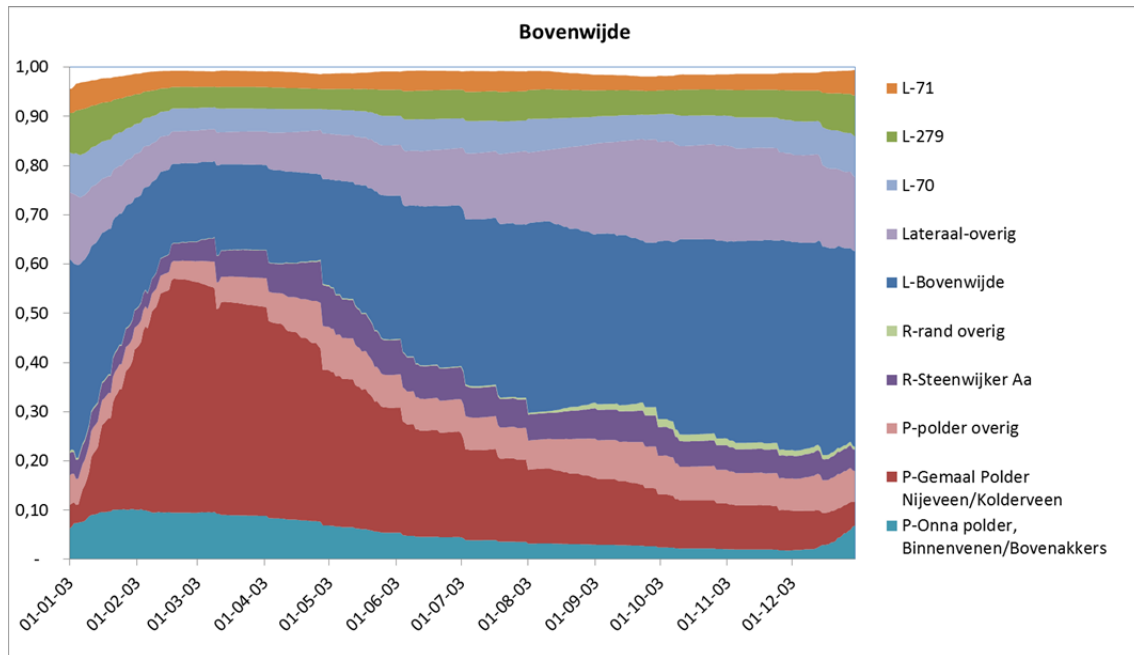


Figuur 22 Gemeten en berekend doorzicht in de Beulakerwijdje.

4.2 BOVENWIJDE

4.2.1 FRACTIEANALYSE

Figuur 23 laat de fractieanalyse voor de Bovenwijdje zien. Opvallend is het aandeel van Polder Nijveen/Kolderveen in het eerste kwartaal neemt dit snel toe om vervolgens door het jaar heen af te nemen. Verder bestaat het water in de Bovenwijdje vooral uit neerslag- en kwelwater (L). Er is weinig beïnvloeding door randen. Er is het jaar door alleen wat water uit de Steenwijker Aa.



Figuur 23 Fractieanalyse voor de Bovenwilde. De R staat voor rand, de P voor polder en de L voor laterale instroming (neerslag en kwel). De rand wit bovenin bestaat uit hier niet nader gespecificeerde overige fracties.

4.2.2 WATER- EN STOFBALANS

Waterbalans

In Figuur 24 staat een locatieoverzicht van de Bovenwilde met daarin aangegeven de codes van de inlaten en de belangrijkste stromingsrichting.

Tabel 7 en Figuur 25 geven de waterbalans voor de Bovenwilde. De overheersende stroomrichting is van noord naar zuid. Veel water wordt aangevoerd door neerslag en daarnaast is vooral in de zomer de infiltratie een belangrijke post op de balans. Het debiet in het eerste kwartaal ligt hoger dan de rest van het jaar. In de andere kwartalen blijven de debieten ongeveer even groot. Dit is ook terug te zien in de verblijftijd die weergegeven is in Tabel 8.

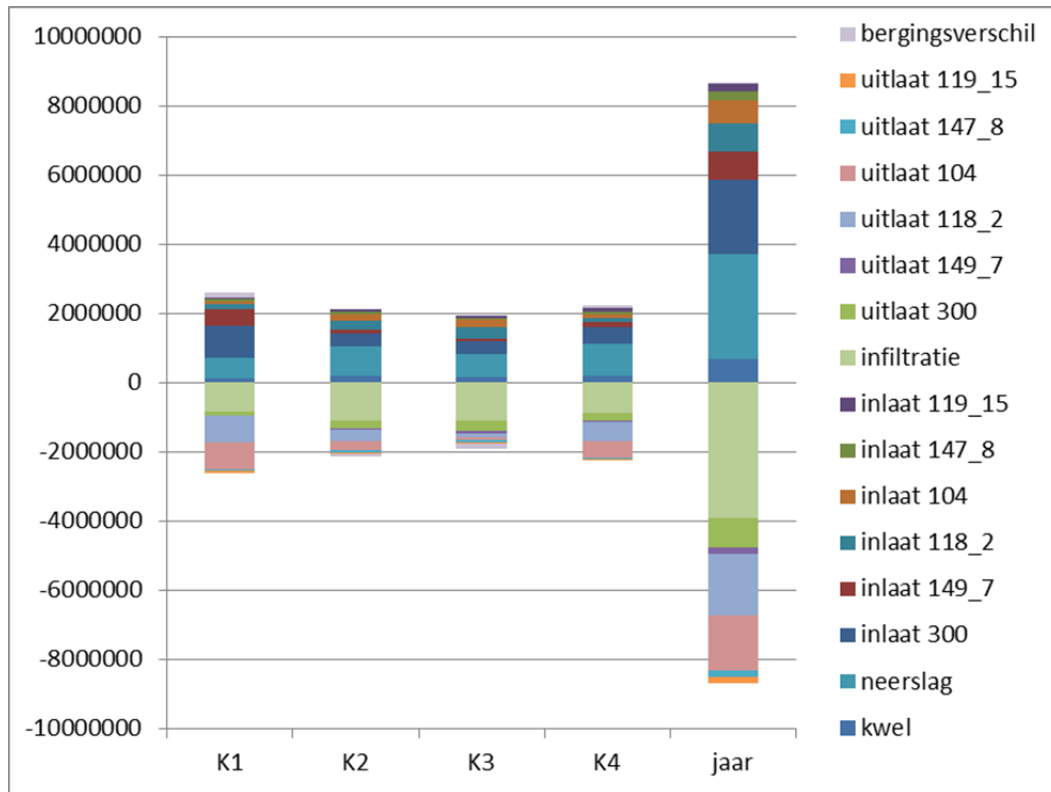
De in §4.2.1 genoemde toename van water vanuit Polder Nijeveen/Kolderveen is terug te vinden in het debiet van inlaat 149_7 in de tabel. Dit debiet is in het eerste kwartaal veel hoger dan de rest van het jaar.



Figuur 24 De codes van de balansposten voor de Bovenwijde. De belangrijkste in- en uitlaten aangegeven met pijl.

Naam	ID	K1	K2	K3	K4	jaar	%
in Molengracht	300	0,92	0,39	0,36	0,48	2,16	25,0
in Zuiderstouwe	149_7	0,48	0,10	0,08	0,14	0,80	9,3
in Paaslooërvaart	147_8	0,06	0,07	0,05	0,09	0,26	3,0
in Hoosjesgracht	119_15	0,05	0,07	0,05	0,08	0,25	2,9
in Bovenboersevaart	118_2	0,13	0,25	0,33	0,13	0,83	9,6
in Volkensvaart	104	0,10	0,21	0,23	0,10	0,65	7,5
Kwel		0,13	0,18	0,17	0,20	0,68	7,8
Neerslag		0,59	0,85	0,66	0,92	3,02	34,9
IN totaal		2,46	2,12	1,93	2,14	8,65	100,0
uit Molengracht	300	-0,12	-0,21	-0,29	-0,22	-0,83	9,6
uit Zuiderstouwe	149_7	-0,02	-0,05	-0,07	-0,05	-0,18	2,1
uit Paaslooërvaart	147_8	-0,04	-0,05	-0,06	-0,03	-0,18	2,1
uit Hoosjesgracht	119_15	-0,04	-0,05	-0,06	-0,03	-0,18	2,1
uit Bovenboersevaart	118_2	-0,78	-0,33	-0,13	-0,55	-1,80	20,7
uit Volkensvaart	104	-0,78	-0,26	-0,07	-0,47	-1,58	18,2
Infiltratie		-0,83	-1,11	-1,10	-0,89	-3,93	45,2
UIT totaal		-2,60	-2,07	-1,78	-2,23	-8,69	100,0
Bergingsverschil		0,14	-0,05	-0,14	0,09	0,04	0,4

Tabel 7 Waterbalans voor de Bovenwijde in m³* 10⁶.



Figuur 25 Waterbalans voor de Bovenwilde.

	Eenheid	K1	K2	K3	K4	jaar
oppervlak	Ha	600	600	600	600	600
diepte	M	0,82	0,88	0,87	0,85	0,84
volume	m3	4.900.381	5.279.316	5.191.955	5.087.902	5.065.639
verblijftijd	D	253	442	434	458	373

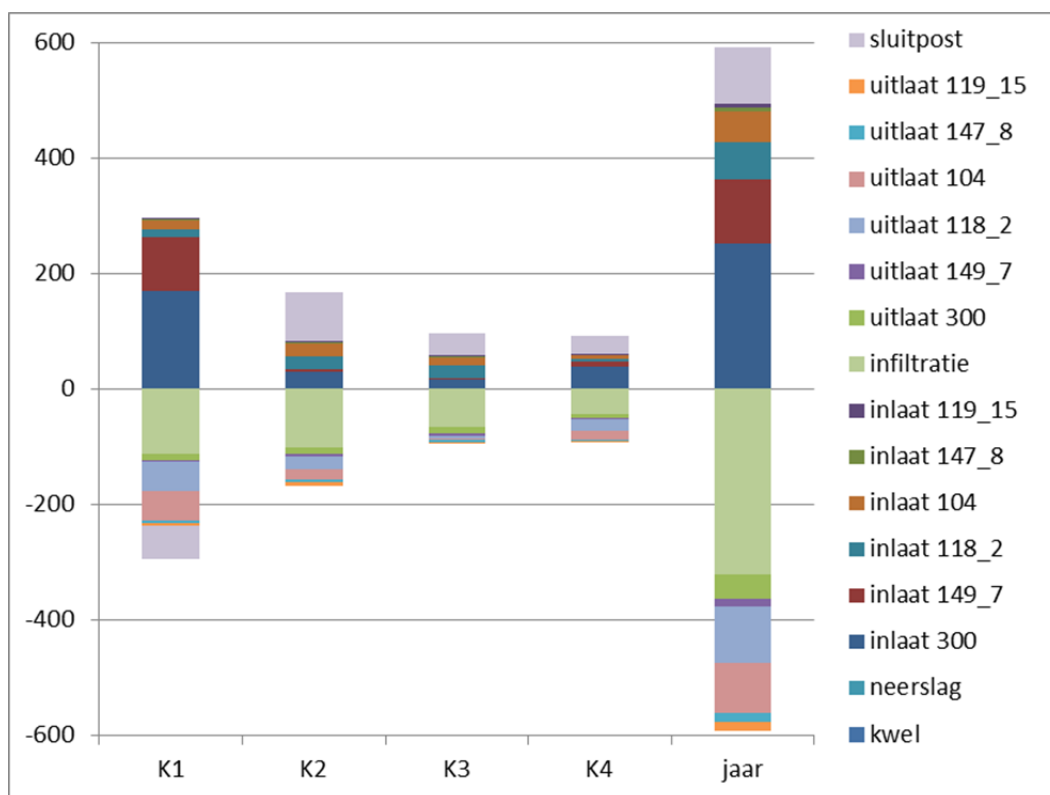
Tabel 8 Verblijftijden voor de Bovenwilde en de gegevens die nodig zijn voor de berekening.

Stofbalans

In Tabel 9 en Figuur 26 is de P-balans voor de Bovenwilde te zien. De bijdrage van de verschillende inlaten is wisselend over het jaar. Vooral in het eerste, maar ook in het vierde kwartaal komt de meeste P het meer binnen via inlaten 300 en 149_7. In de zomer is dat evenrediger verdeeld. Wat vooral opvalt, is de grote sluitpost op de balans. Deze is over het jaar heen gemiddeld 20%, maar binnen de kwartalen is het aandeel groter. In het tweede kwartaal is de sluitpost gelijk aan de inkomende hoeveelheid water.

Naam	ID	K1	K2	K3	K4	jaar	%
in Molengracht	300	170	29	15	38	251	50,8
in Zuiderstouwe	149_7	93	6	4	9	111	22,5
in Paaslooërvaart	147_8	1	3	2	1	7	1,4
in Hoosjesgracht	119_15	1	2	2	1	6	1,3
in Bovenboersevaart	118_2	14	22	23	6	64	13,0
in Volkensvaart	104	16	21	12	5	54	11,0
kwel		0	0	0	0	0	0,0
neerslag		0	0	0	0	0	0,0
IN totaal		295	83	57	60	494	100,0
uit Molengracht	300	-11	-12	-13	-7	-43	7,3
uit Zuiderstouwe	149_7	-2	-4	-4	-2	-13	2,2
uit Paaslooërvaart	147_8	-5	-5	-4	-1	-15	2,6
uit Hoosjesgracht	119_15	-5	-5	-4	-1	-15	2,5
uit Bovenboersevaart	118_2	-51	-22	-4	-19	-97	16,4
uit Volkensvaart	104	-51	-17	-2	-16	-86	14,6
infiltratie		-112	-101	-65	-44	-322	54,4
UIT totaal		-237	-167	-96	-91	-591	100,0
sluitpost		-57	85	39	31	97	19,6

Tabel 9 P-balans voor de Bovenwilde in kg P.

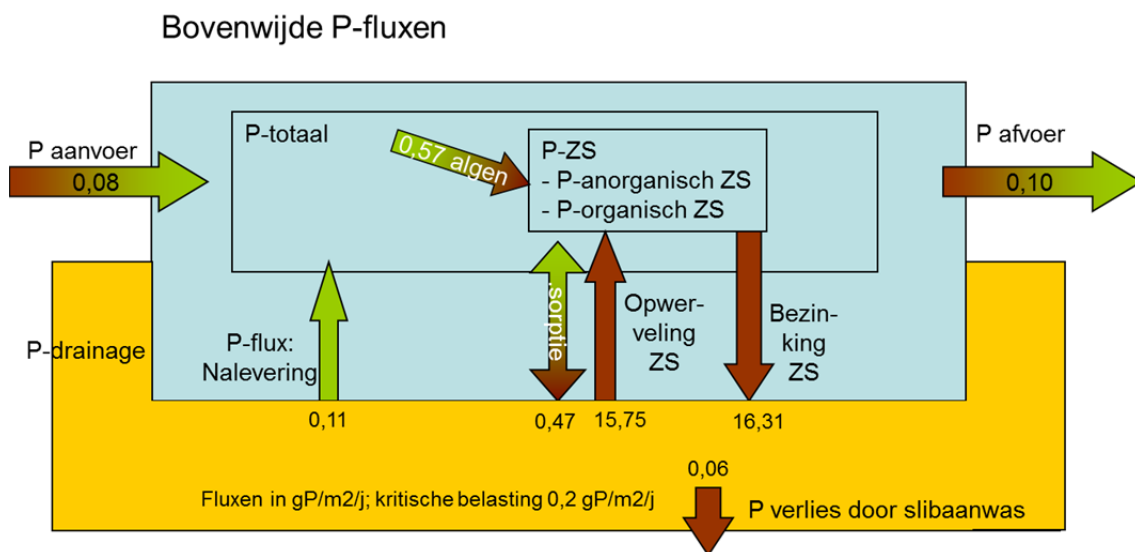


Figuur 26 P-balans voor de Bovenwilde.

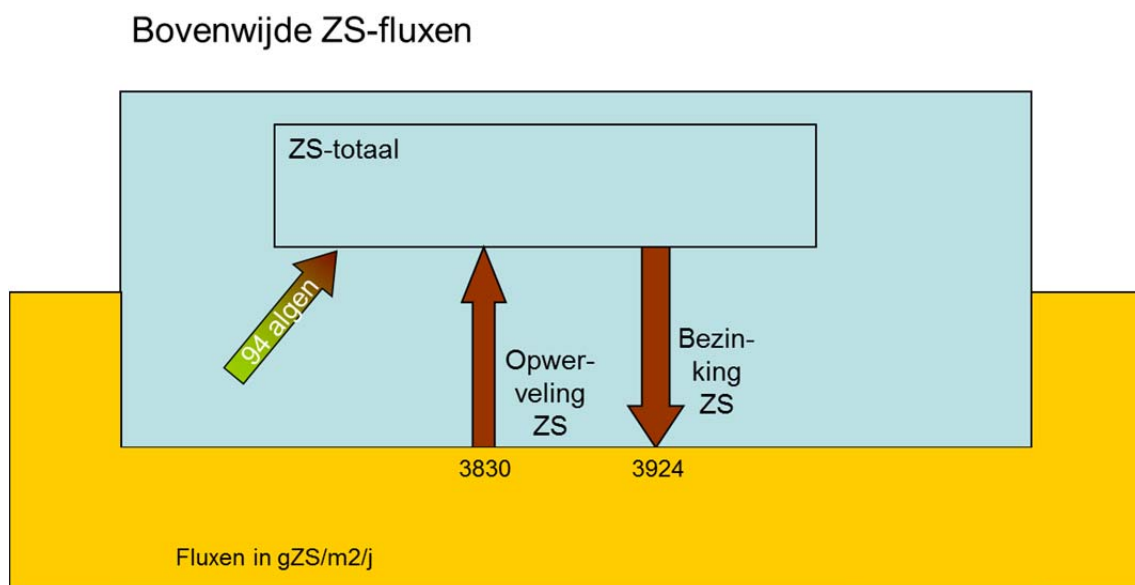
4.2.3 SLIBDIAGNOSE

Figuur 27 laat de jaargemiddelde P-fluxen in de Bovenwilde zien zoals berekend met de bodemdiagnosetool. De aanvoer van P is in dit meer kleiner dan de afvoer. Algen groei zorgt voor aanvoer van P vanuit de bodem naar het zwevend stof. Vervolgens treedt sedimentatie op en als gevolg daarvan groeit de sliblaag aan en verdwijnt P uit het systeem. De term sorptie representeert een uitwisselingsflux van P tussen water en waterbodem welke naar verwachting ontstaat bij beroering van de bodem (vandaar de positie naast opwerveling). Als gevolg hiervan kan P versneld afgevoerd of aangevoerd worden naar of vanuit de bodem waarna ad/desorptie optreedt. De nalevering is klein, ongeveer de helft van de kritische belasting. Wel is de nalevering ongeveer vergelijkbaar met de externe belasting van het systeem

Sedimentatie en opwerveling zijn de belangrijkste zwevend stof fluxen (Figuur 28). Daarnaast is er de term die aangeeft hoeveel aanvulling van zwevend stof optreedt door algen groei.



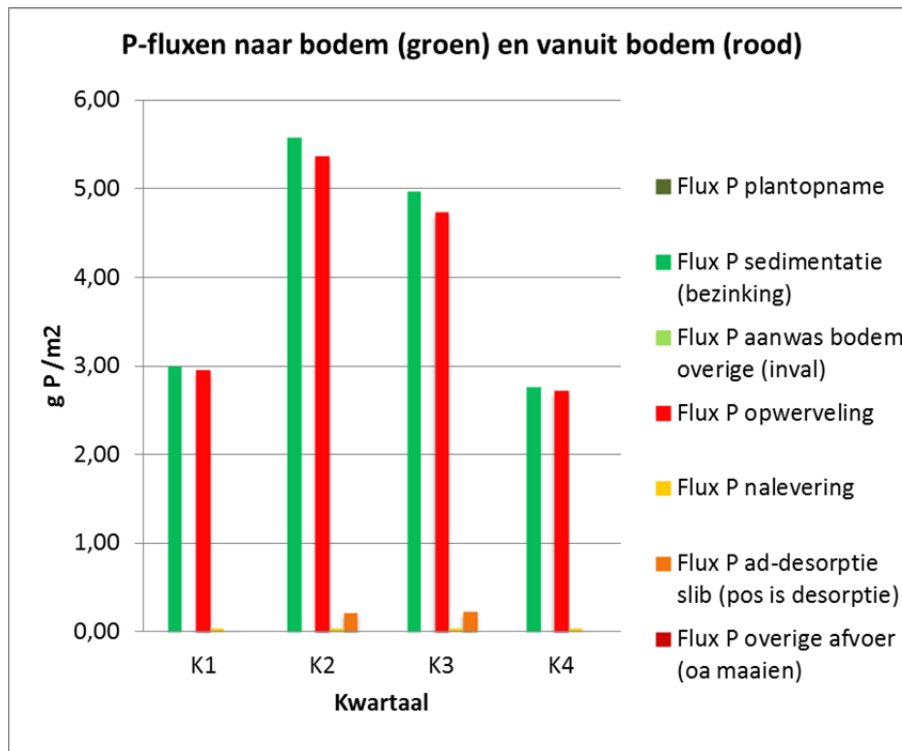
Figuur 27 P-fluxen in de Bovenwilde.



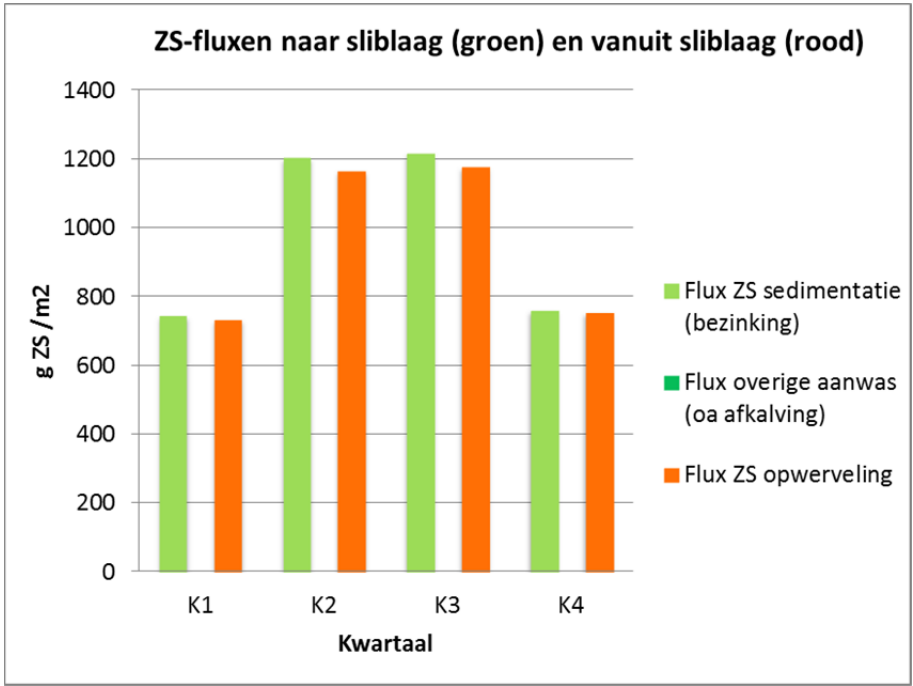
Figuur 28 ZS-fluxen in de Bovenwilde.

In Figuur 29 en Figuur 30 zijn de P- en ZS-fluxen weergegeven per kwartaal. De fluxen zijn het grootst in het tweede en derde kwartaal.

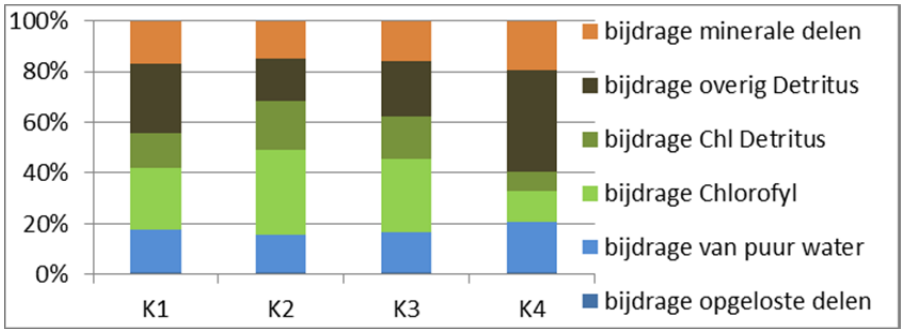
Figuur 31 laat de bijdrage van verschillende componenten aan lichtuitdoving zien. In de zomer is de bijdrage van chlorofyl het grootst en in de winter veroorzaakt overig detritus het grootste deel van de uitdoving. In Figuur 32 is te zien wat voor effect dat heeft op het berekende doorzicht. Behalve in het derde kwartaal ligt dat onder de gemeten waarde.



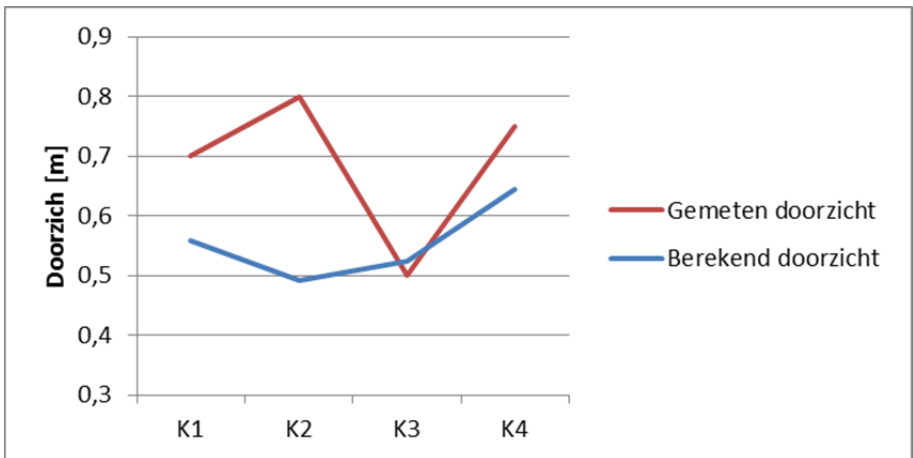
Figuur 29 P-fluxen van en naar de bodem in de Bovenwilde.



Figuur 30 ZS-fluxen van en naar de sliblaag in de Bovenwijde.



Figuur 31 Bijdrage van verschillende componenten aan de lichtuitdoving in de Bovenwijde.

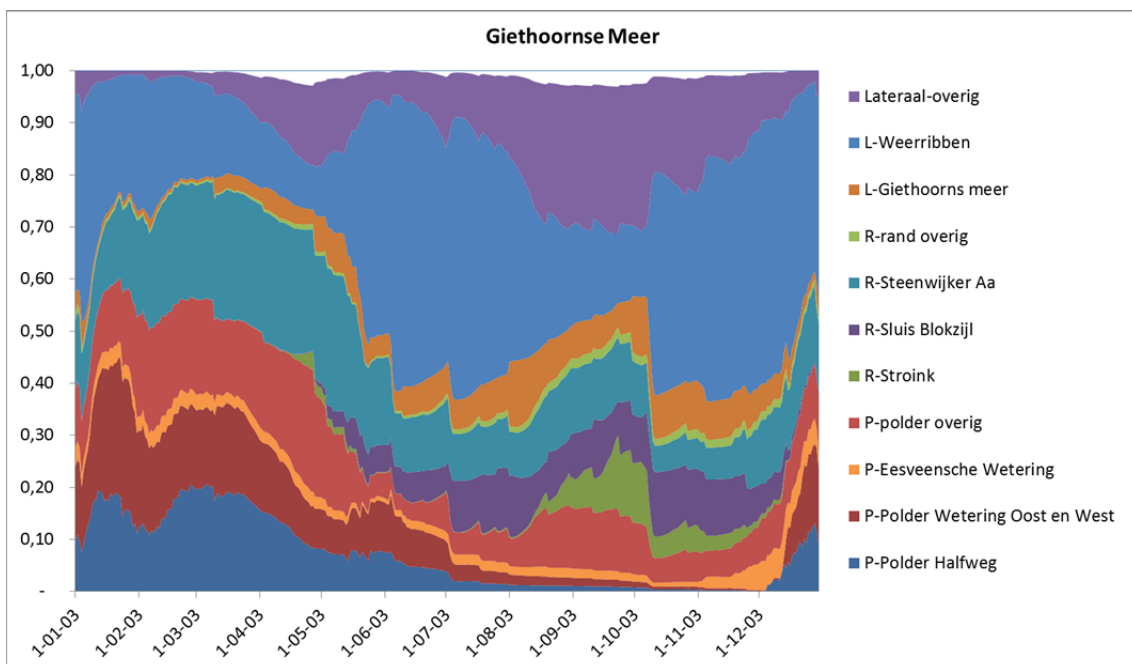


Figuur 32 Berekend en gemeten doorzicht in de Bovenwijde.

4.3 GIETHOORNSE MEER

4.3.1 FRACTIEANALYSE

De fractieanalyse van het Giethoornse Meer (Figuur 33) laat een gevarieerd beeld zien. Er zijn veel verschillende fracties aanwezig en hun bijdrage wisselt gedurende het jaar. In het eerste kwartaal neemt de fractie van de verschillende polders toe. Daarnaast is er een vrij groot aandeel van water vanuit de Steenwijker Aa. Deze fracties nemen in het tweede kwartaal af, terwijl de aanwezigheid van kwel en neerslagwater toeneemt en ook de aanwezigheid van water vanuit Sluis Blokzijl. In het derde kwartaal is er duidelijk invloed van de inlaat bij gemaal Stroink. Hierdoor wordt de aanvoer van water vanuit de Weerribben tegengehouden. In het vierde kwartaal neemt de fractie polderwater verder af en het aandeel inlaatwater vanuit gemaal Stroink. Het aandeel kwel- en neerslagwater wordt weer groter. Aan het einde van het vierde kwartaal stijgt het aandeel polderwater weer.



Figuur 33 Fractieanalyse voor het Giethoornse Meer. De R staat voor rand, de P voor polder en de L voor laterale instroming (neerslag en kwel). De rand wit bovenin bestaat uit hier niet nader gespecificeerde overige fracties.

4.3.2 WATER- EN STOFBALANS

Waterbalans

Figuur 34 geeft een overzicht van het Giethoornse Meer met de codes van de in- en uitlaten en de belangrijkste stromingsrichting. De waterbalans staat in Tabel 10 en Figuur 35. De diversiteit uit de fractieanalyse blijkt ook uit de waterbalans. In het eerste en vierde kwartaal is de stromingsrichting voornamelijk noord-zuid, maar in het tweede en vooral in het derde kwartaal neemt als gevolg van inlaat de aanvoer van water vanuit het zuiden toe en in het derde kwartaal is de stromingsrichting zelfs zuid-noord. Hierdoor stopt de aanvoer van water vanuit de Weerribben die in het noorden liggen waardoor die fractie sterk afneemt (§4.3.1).

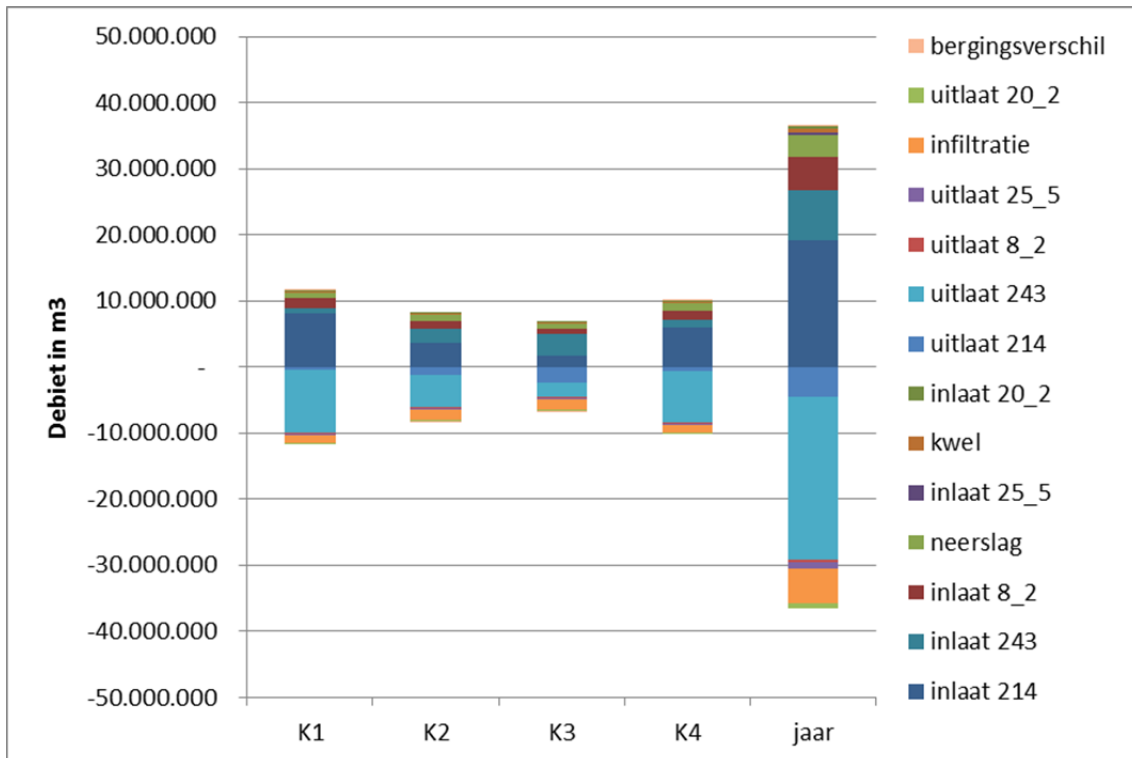
In Tabel 11 staan de verblijftijden in het Giethoornse Meer. Deze zijn als gevolg van de verminderde doorstroming en het wat hogere peil in de zomer groter dan in de winter.



Figuur 34 Codes van de balansposten voor het Giethoornse Meer. De belangrijkste in- en uitlaten aangegeven met pijl.

Naam	ID	K1	K2	K3	K4	jaar	%
inlaat	214	8,01	3,60	1,63	5,98	19,21	52,7
inlaat	8_2	1,61	1,20	0,78	1,45	5,05	13,8
in Thijssengracht	20_2	0,13	0,06	0,05	0,13	0,37	1,0
in Pinkesloot	25_5	0,10	0,06	0,05	0,11	0,33	0,9
inlaat	243	0,89	2,12	3,32	1,10	7,43	20,4
kwel		0,13	0,18	0,17	0,21	0,70	1,9
neerslag		0,66	0,96	0,74	1,03	3,39	9,3
IN totaal		11,54	8,18	6,74	10,02	36,48	100,0
uitlaat	214	-0,38	-1,20	-2,39	-0,56	-4,53	12,4
uitlaat	8_2	-0,13	-0,09	-0,05	-0,08	-0,35	1,0
uit Thijssengracht	20_2	-0,15	-0,22	-0,26	-0,15	-0,78	2,1
uit Pinkesloot	25_5	-0,19	-0,23	-0,27	-0,17	-0,86	2,4
uitlaat	243	-9,64	-4,94	-2,20	-7,94	-24,72	67,7
infiltratie		-1,14	-1,46	-1,46	-1,21	-5,27	14,4
UIT totaal		-11,64	-8,15	-6,63	-10,09	-36,51	100,0
bergingsverschil		0,10	-0,04	-0,10	0,07	0,03	0,1

Tabel 10 Waterbalans voor het Giethoornse Meer in $m^3 \cdot 10^6$.



Figuur 35 Waterbalans voor het Giethoornse Meer.

	eenheid	K1	K2	K3	K4	jaar
oppervlak	ha	614	614	614	614	614
diepte	m	1,46	1,53	1,53	1,50	1,49
volume	m3	8.976.233	9.412.031	9.366.752	9.192.673	9.147.984
verblijftijd	d	75	122	148	96	103

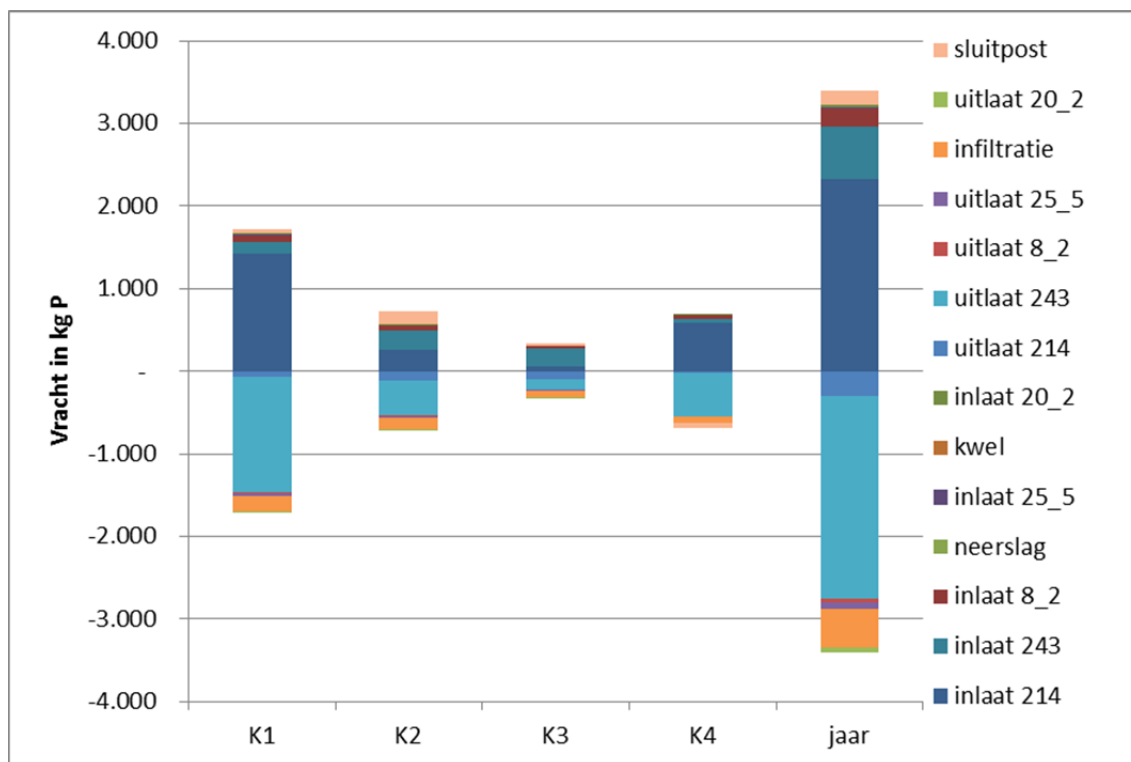
Tabel 11 Verblijftijden voor het Giethoornse Meer en de gegevens die nodig zijn voor de berekening.

Stofbalans

De stofbalans voor het Giethoornse Meer staat in Tabel 12 en Figuur 36. In de winter wordt voornamelijk P aangevoerd via inlaat 214, de rest van de posten spelen bijna geen rol. In de zomer wordt ook P aangevoerd met de inlaat vanuit het zuiden. De sluitpost is in de balans 5% jaargemiddeld.

Naam	ID	K1	K2	K3	K4	jaar	%
inlaat	214	1.426	264	56	586	2.332	72,2
inlaat	8_2	87	64	30	41	223	6,9
in Thijssengracht	20_2	18	5	2	7	32	1,0
in Pinkesloot	25_5	9	4	2	5	20	0,6
inlaat	243	131	226	218	48	623	19,3
kwel		-	-	-	-	-	0,0
neerslag		-	-	-	-	-	0,0
IN totaal		1.671	563	308	688	3.230	100,0
uitlaat	214	-61	-114	-105	-19	-299	8,8
uitlaat	8_2	-21	-13	-3	-3	-39	1,1
uit Thijssengracht	20_2	-24	-21	-14	-6	-65	1,9
uit Pinkesloot	25_5	-29	-23	-17	-8	-77	2,3
uitlaat	243	-1.397	-419	-118	-524	-2.458	72,3
infiltratie		-180	-137	-77	-68	-462	13,6
UIT totaal		-1.713	-726	-333	-628	-3.400	100,0
sluitpost		41	163	25	-59	170	5,3

Tabel 12 P-balans voor het Giethoornse Meer.



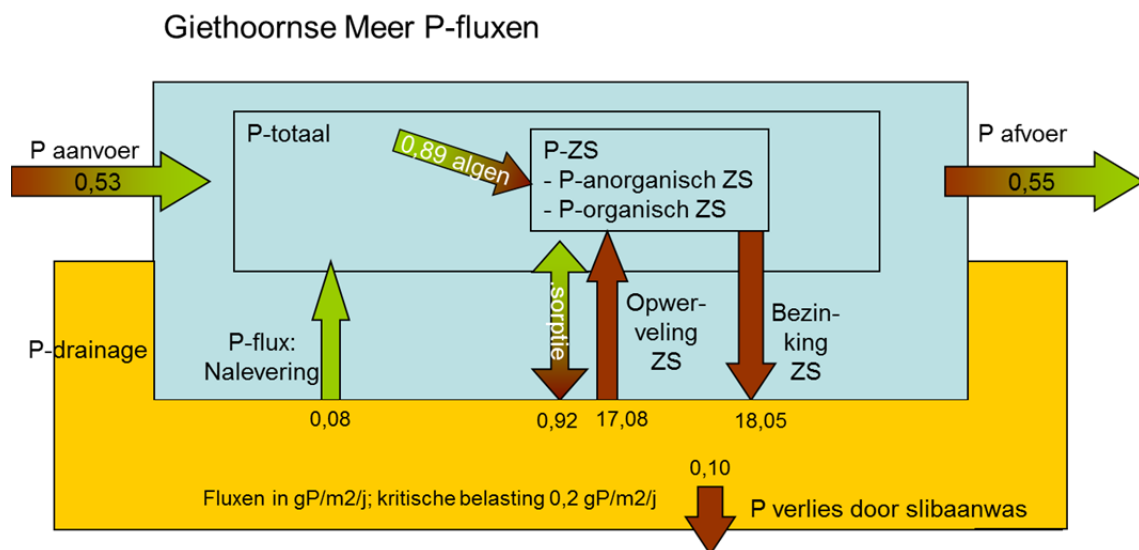
Figuur 36 P-balans voor het Giethoornse Meer.

4.3.4 SLIBDIAGNOSE

Figuur 37 en Figuur 38 geven de jaargemiddelde P- en ZS-fluxen voor het Giethoornse Meer. De grootste fluxen zijn opwerveling en sedimentatie. Netto treedt sedimentatie op. Door algenproductie wordt P toegevoegd aan het zwevend stof. De sorptieflux representeert een uitwisselingsflux van P tussen water en waterbodem welke naar verwachting ontstaat bij beroering (vandaar de positie naast opwerveling). Een dergelijke uitwisseling zal naar verwachting gevolgd worden door desorptie. De nalevering is erg klein ten opzichte van de kritische belasting en de externe aanvoer van P. De afvoer van P is iets groter dan de aanvoer. Samen met de netto sedimentatie en het verdwijnen van P aan de onderkant van het model door slibaanwas. Hierdoor neemt de bodemvoorraad af.

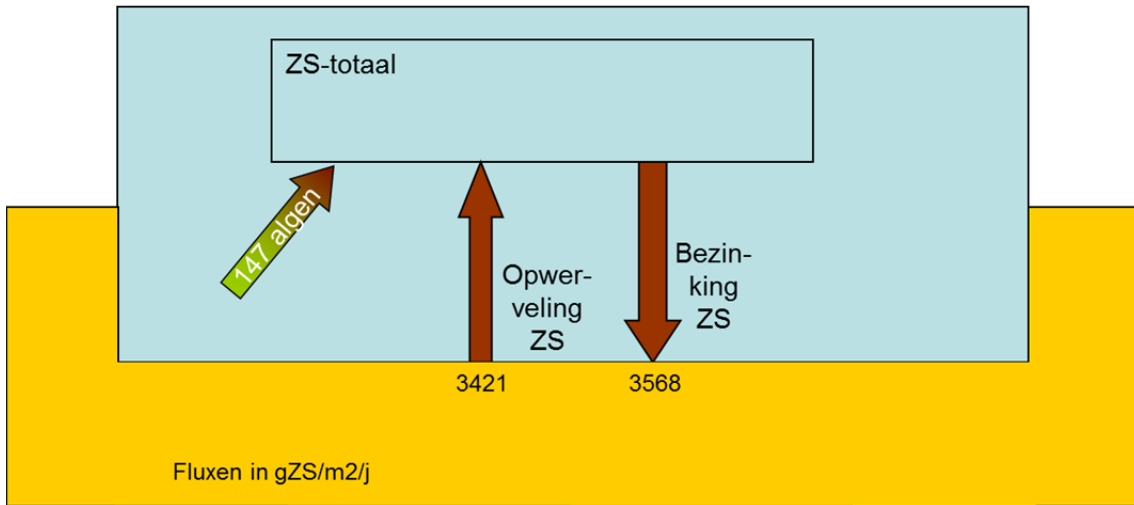
In Figuur 39 en Figuur 40 staan de fluxen per kwartaal. Opvallend is vooral de hoge sedimentatie en opwerveling van P in het derde kwartaal. Waarschijnlijk hangt dat samen met de wat hogere concentratie van P in zwevend stof in het derde kwartaal.

Figuur 41 geeft de bijdrage van verschillende componenten aan de lichtuitdoving. Er is niet een duidelijke trend te zien. In het tweede kwartaal is de bijdrage van overig detritus iets groter en in het derde kwartaal die van chlorofyl. In Figuur 42 is het gemeten en het berekende doorzicht te zien. In het eerste kwartaal is het berekende doorzicht ruim hoger dan de gemeten waarde, maar de rest van het jaar komt het redelijk overeen.

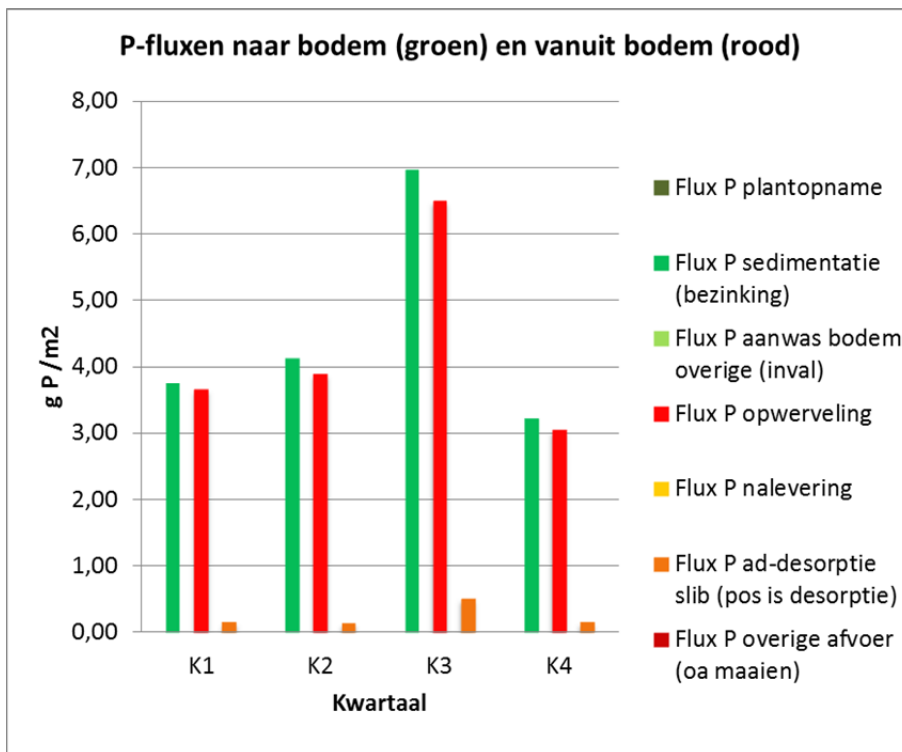


Figuur 37 P-fluxen in het Giethoornse Meer.

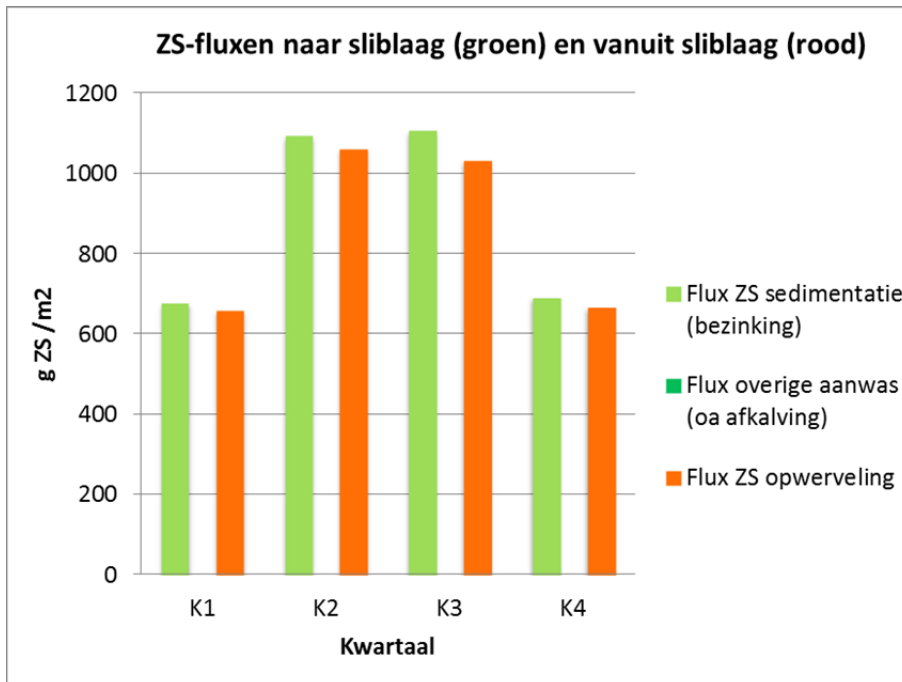
Giethoornse Meer ZS-fluxen



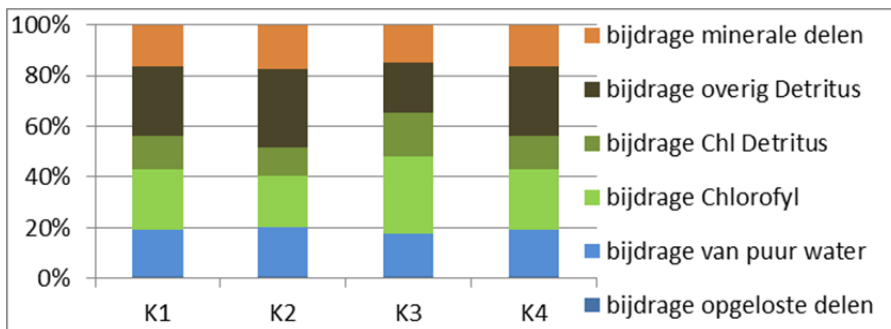
Figuur 38 ZS-fluxen in het Giethoornse Meer.



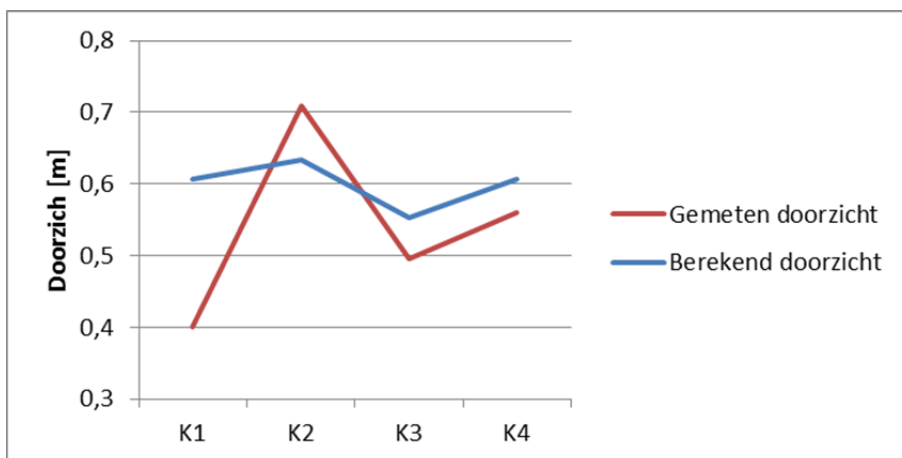
Figuur 39 P-fluxen van en naar de bodem in het Giethoornse Meer.



Figuur 40 ZS-fluxen van en naar de sliblaag in het Giethoornse Meer.



Figuur 41 Bijdrage van verschillende componenten aan de lichtuitdoving in het Giethoornse Meer.



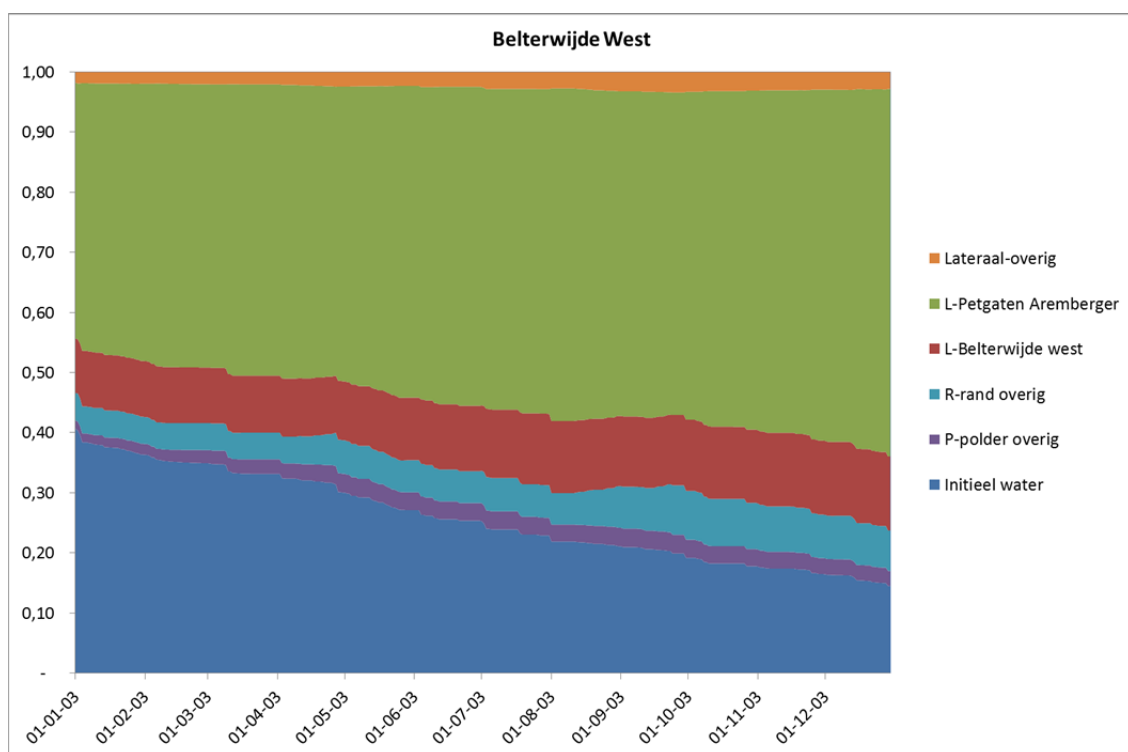
Figuur 42 Gemeten en berekend doorzicht in het Giethoornse Meer.

4.4 BELTERWIJDE WEST

4.4.1 FRACTIEANALYSE

In Figuur 43 is de fractieanalyse te zien voor de Belterwijde West. Opvallend zijn het grote aandeel van water uit de Petgaten Areamberger en het grote aandeel initieel water dat nog in het meer aanwezig is. Verder is er natuurlijk lokaal kwel en neerslagwater dat in het meer aanwezig is. Uit andere bronnen is geen noemenswaardige hoeveelheid water in het meer aanwezig. Het meer wordt dus weinig beïnvloed door water dat van buiten het gebied aangevoerd wordt.

De samenstelling van het water verschilt weinig gedurende het jaar. Alleen verdwijnt er initieel water uit het systeem. Het langzaam verdwijnen van het initiële water en de vrij constante samenstelling wijzen op weinig doorstroming en een lang verblijftijd. Omdat het model twee jaar gerekend heeft en nog niet al het initiële water uit het meer verdwenen is, zal de verblijftijd rond de twee jaar liggen. Dat er toch nog initieel water aanwezig is, heeft te maken met het feit dat er ook initieel water naar het meer aangevoerd is vanuit omliggende meren. In §4.4.2 wordt verder ingegaan op de verblijftijd.



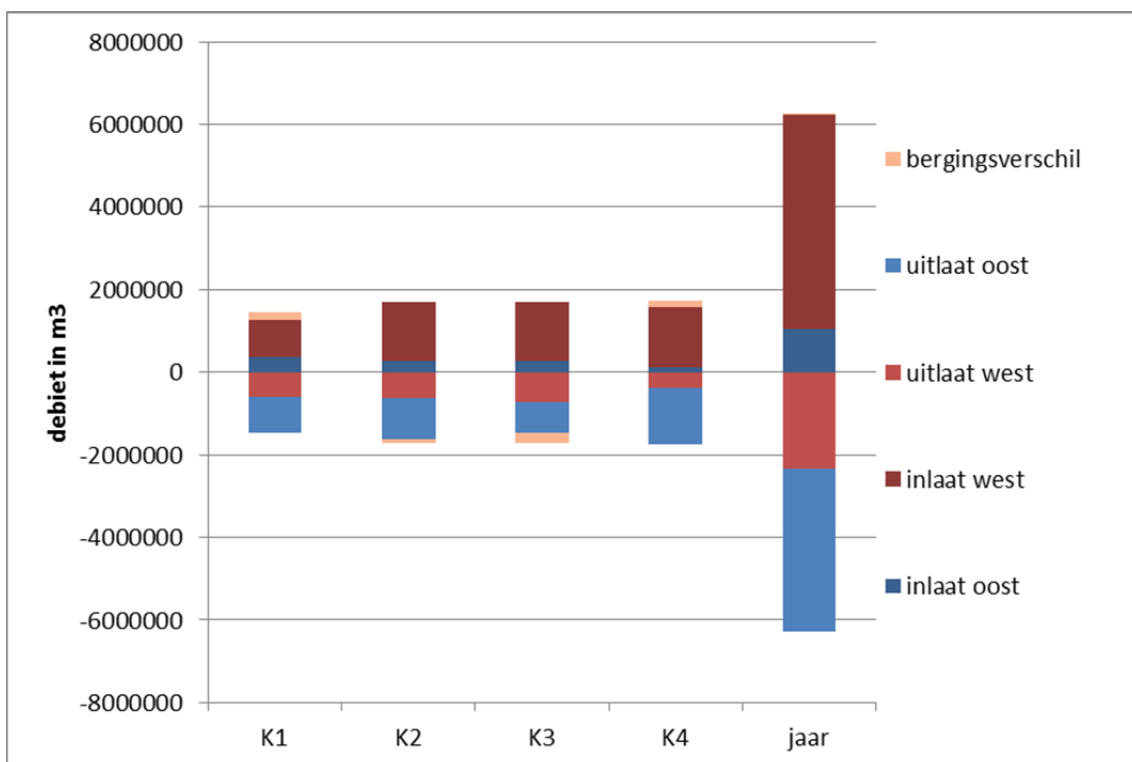
Figuur 43 Fractieanalyse voor de Belterwijde West. De R staat voor rand, de P voor polder en de L voor laterale instroming (neerslag en kwel).

4.4.2 WATER- EN STOFBALANS

Waterbalans

In Tabel 13 en Figuur 44 is de waterbalans voor de Belterwijde West weergegeven. Als gevolg van de alternatieve methode (zie §3.3.1) is het een overzichtelijk balans met weinig posten. Wanneer we kijken naar de cijfers is de stroming van west naar oost, maar het is niet een groot verschil. Het bergingsverschil over het jaar heen is klein.

Naam	K1	K2	K3	K4	jaar	%
inlaat Oost	0,38	0,27	0,28	0,12	1,05	16,8
inlaat West	0,88	1,43	1,43	1,44	5,18	83,2
IN totaal	1,26	1,70	1,70	1,56	6,23	100,0
uitlaat Oost	-0,88	-0,98	-0,75	-1,35	-3,95	63,0
uitlaat West	-0,59	-0,63	-0,72	-0,39	-2,32	37,0
UIT totaal	-1,46	-1,61	-1,46	-1,74	-6,27	100,0
Sluitpost	0,20	-0,09	-0,24	0,18	0,04	-0,7

Tabel 13 Waterbalans Belterwijde West in m³*10⁶.

Figuur 44 Waterbalans Belterwijde West.

Op basis van de waterbalans is de verblijftijd voor het meer berekend. Deze ligt zoals verwacht op basis van de fractieanalyse (§4.4.1) rond de twee jaar (zie Tabel 14).

	eenheid	K1	K2	K3	K4	jaar
oppervlak	ha	527	527	527	527	527
diepte	m	1,78	1,85	1,85	1,81	1,80
volume	m ³	9.370.238	9.765.915	9.746.382	9.566.136	9.519.616
verblijftijd	d	669	522	526	563	558

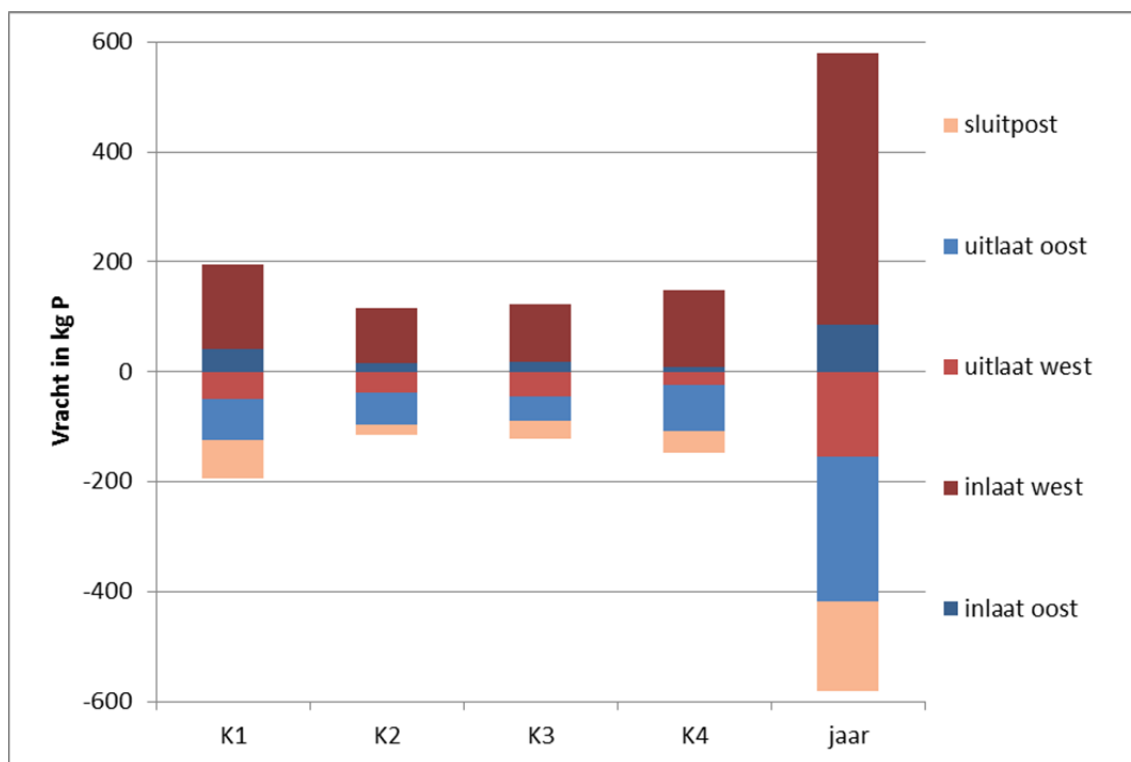
Tabel 14 Verblijftijd en de voor de berekening benodigde gegevens.

Stofbalans

Tabel 15 en Figuur 45 geven de stofbalans van de Belterwijde West. Deze volgt wat betreft het aandeel van de in- en uitlaten min of meer de waterbalans. Opvallend is dat de waterbalans in de zomer meer doorstroming en kortere verblijftijden laat zien, terwijl de aanvoer van P juist in de winter hoger is. Dit is het gevolg van de concentraties van het inlaatwater. Die zijn in de winter en vooral in het eerste kwartaal hoger dan in de zomer waardoor ondanks de lagere debieten de vrachten in de winter hoger zijn. De sluitpost in de Belterwijde West is negatief. We berekenen meer aanvoer dan afvoer.

Naam	K1	K2	K3	K4	jaar	%
inlaat Oost	41	16	18	10	85	14,7
inlaat West	154	99	104	138	495	85,3
IN totaal	195	115	122	148	580	100,0
uitlaat Oost	-75	-60	-46	-84	-264	63,2
uitlaat West	-49	-37	-44	-24	-154	36,8
UIT totaal	-124	-97	-90	-108	-418	100,0
sluitpost	-71	-19	-33	-39	-162	38,7

Tabel 15 P-balans Belterwijde West in kg P.

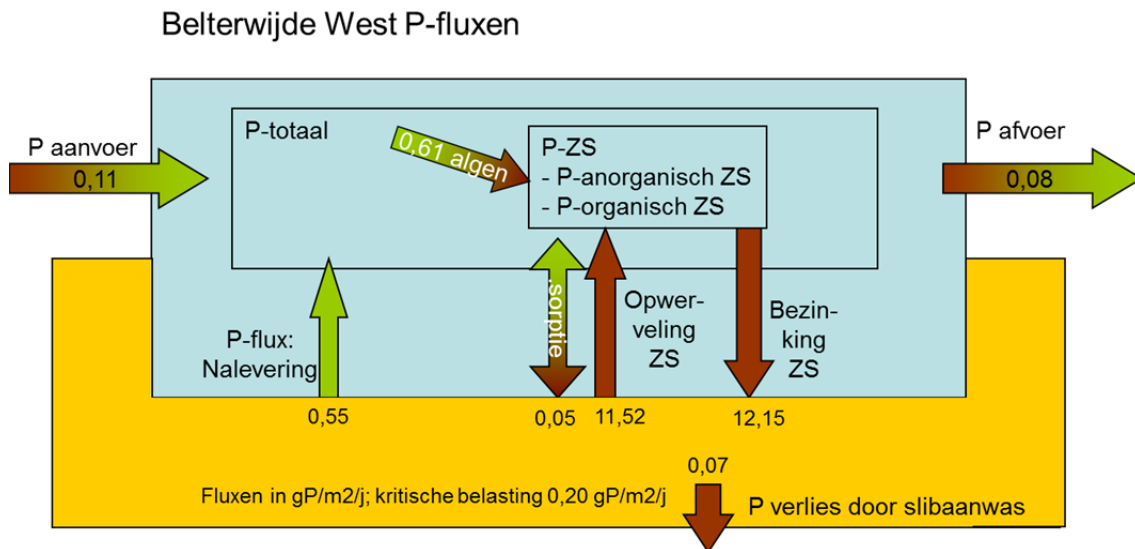


Figuur 45 P balans Belterwijde West.

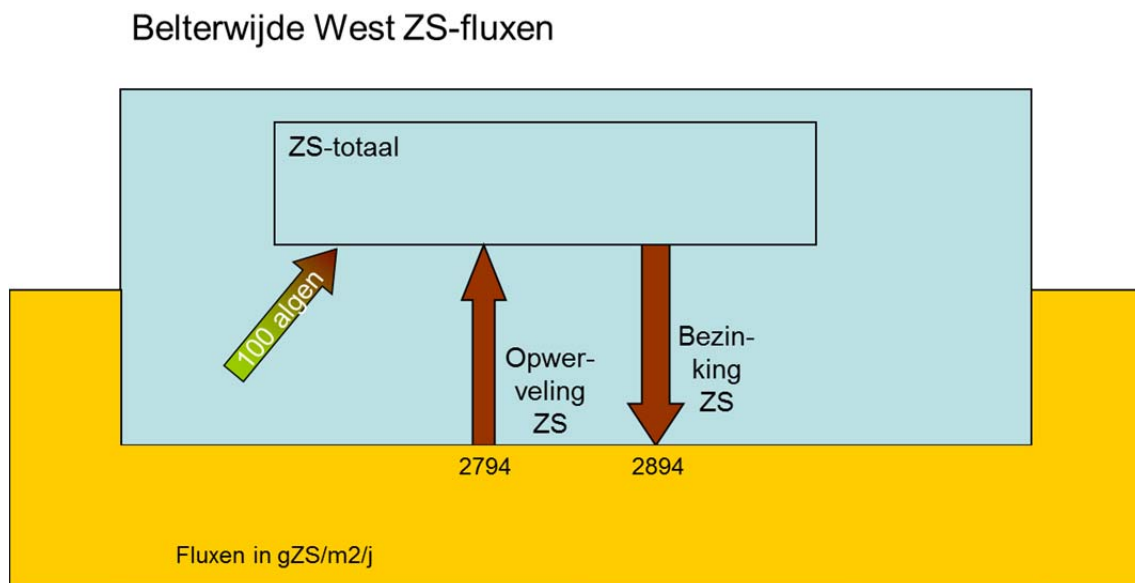
4.4.3 SLIBDIAGNOSE

Het uitvoeren van de slibdiagnose voor de Belterwijde West levert de flux plaatjes die te zien zijn in Figuur 46 en Figuur 47. Opwerveling en bezinking zijn de grootste fluxen in het systeem. Netto vindt bezinking van zwevend stof en fosfaat plaats. Daardoor ontstaat aanvulling van slib.

Omdat de bodemdiagnosetool rekt met een vaste dikte van de sliblaag, verdwijnt er onderaan de kolom P uit het systeem. Via de in- en uitlaten komt iets meer P het systeem in dan er uit gaat, maar als gevolg van sedimentatie en het P verlies door slibaanwas verdwijnt er toch P uit het systeem. De term sorptie representeert een uitwisselingsflux van opgelost P tussen water en waterbodem.



Figuur 46 P-fluxen Belterwijde West in gP/m²/j.

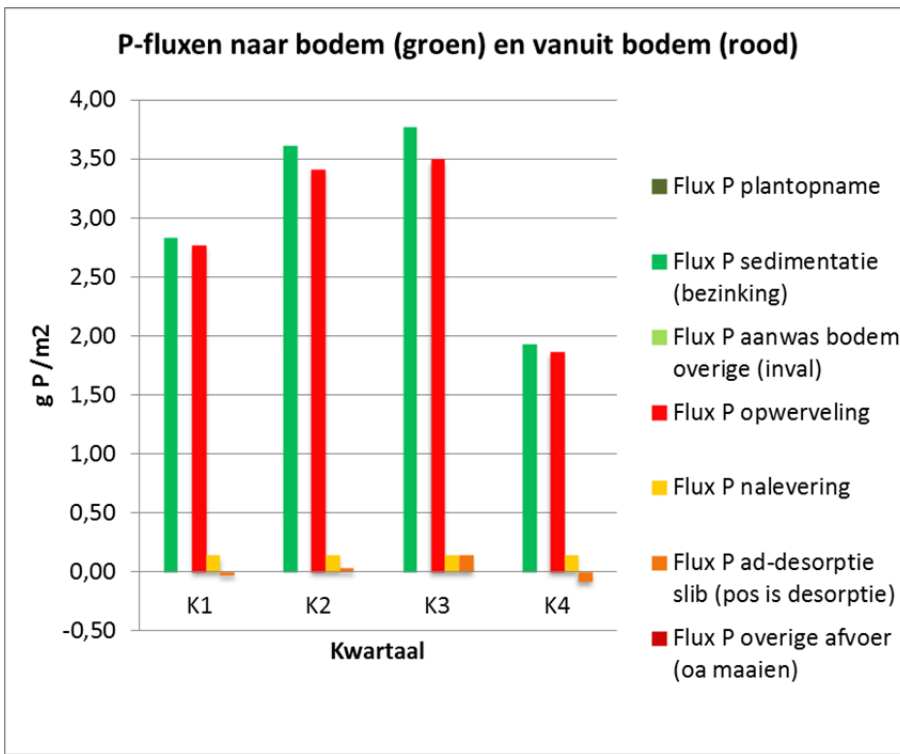


Figuur 47 ZS-fluxen Belterwijde West in gZS/m²/j.

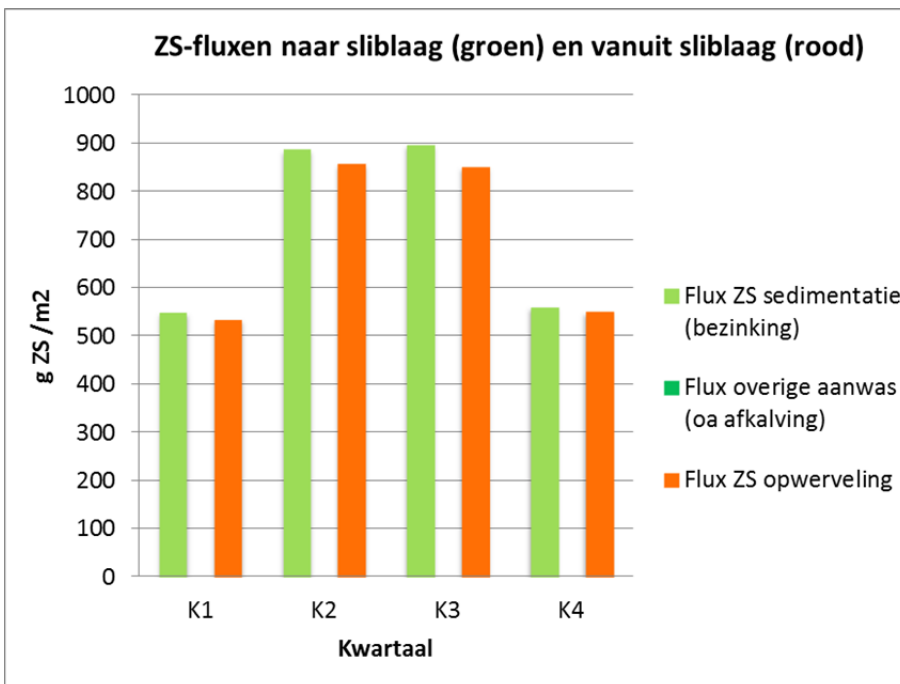
Figuur 48 en Figuur 49 zijn de fluxen per kwartaal weergegeven. De sedimentatie en bezinking gaan redelijk gelijk op voor fosfor en zwevend stof. De waarden in het vierde kwartaal zijn laag als gevolg van de erg lage zwevend stof concentratie in dat kwartaal en de P concentratie in zwevend stof die dat kwartaal ook vrij laag is. De vraag is hoe representatief deze lage gemeten zwevend stof concentratie is.

Figuur 50 laat de bijdrage van de verschillende componenten aan de lichtuitdoving zien. Opvallend is dat de bijdrage van overig detritus door het jaar heen minder wordt. Vooral in het vierde kwartaal is deze relatief laag.

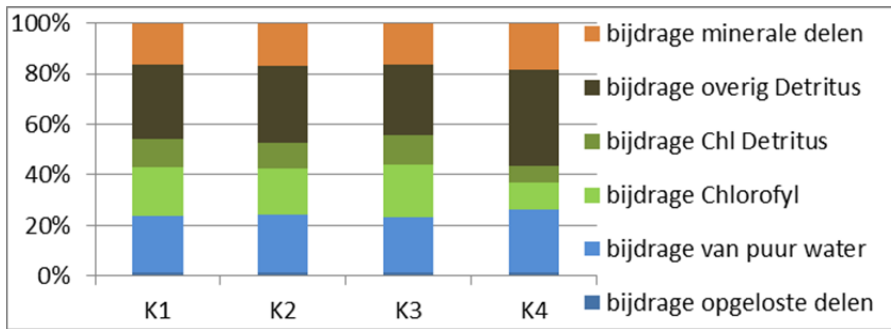
Kijkend naar het gemeten en berekende doorzicht (Figuur 51) blijkt dat het met de bodemdiagnosetool berekende doorzicht minder varieert dan de gemeten waarde, maar wel in de goede orde grootte ligt. In het eerste kwartaal is de berekende waarde aan de hoge kant.



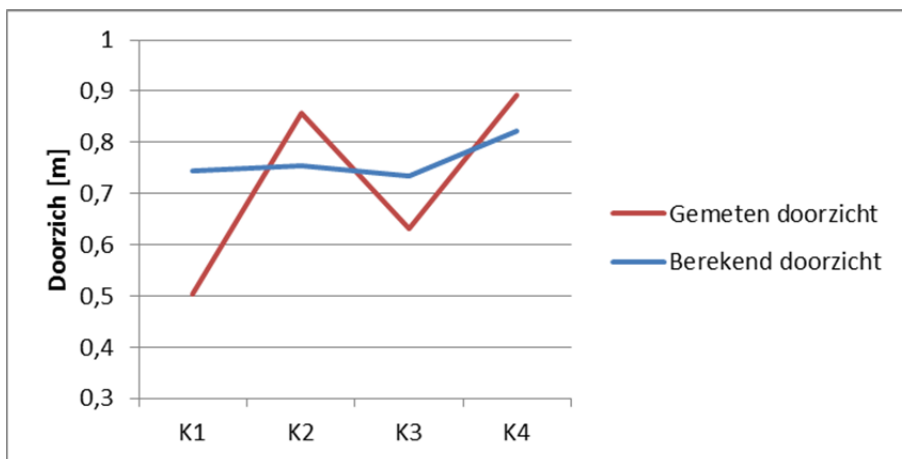
Figuur 48 P-fluxen naar en vanuit de bodem voor Belterwijde West.



Figuur 49 ZS-fluxen van en naar de sliblaag voor Belterwijde West.



Figuur 50 Bijdrage van verschillende componenten aan de lichtuitdoving in Belterwijde West.



Figuur 51 Berekend en gemeten doorzicht in de Belterwijde West.

4.5 DISCUSSIE

De uitgevoerde analyses in de vorige paragrafen bevatten verschillende soorten onzekerheden. Onzekerheden die samenhangen met het gebruikte model, met de manier van uitvoering van de analyses en met beperkt beschikbare gegevens. Hieronder wordt inzicht gegeven in deze onzekerheden. Deze onzekerheden kunnen weggenomen worden door verbeterde monitoring, doorvoeren van modelaanpassingen en het uitvoeren van runs over een representatieve periode. Hiervoor worden in paragraaf 5.3 enkele aanbevelingen gedaan. Ondanks de onzekerheden geven de analyses toch inzicht in de dominante processen in de verschillende meren. De berekende fluxen dienen wel voorzichtig gehanteerd te worden. In de synthese (paragraaf 5.1) wordt nader ingegaan op de algemene bevindingen vanuit de analyses en wordt ingegaan op de verschillen tussen de meren. Daarnaast worden de resultaten gecombineerd met het flankerende onderzoek van Penning et al. (2012) bediscussieert.

4.5.1 MODEL

Omdat er geen andere runs beschikbaar zijn, is gekozen om één jaar, 2003, als modeljaar te gebruiken. Hierdoor wordt met het model geen beeld gegeven van de gemiddelde situatie. 2003 is een extreem droog jaar geweest. Doordat in een droog jaar minder neerslag valt, komt er minder water tot afstroming in het gebied en zal meer water ingelaten worden. Door de verminderde afvoer zal de vracht die vanuit landbouwgebied het systeem in komt minder hoog zijn dan gemiddeld, terwijl de vracht die ingelaten wordt hoger zal zijn.

Normaalgesproken treedt afvoer vanuit landbouwgebied vooral op in het voorjaar en inlaat in de zomer (zie bijvoorbeeld de fractieanalyses in Figuur 23 en Figuur 33). Wanneer het voorjaar normaal is, komt in een droog jaar dus extra veel fosfaat het gebied in. Echter, omdat 2003 zowel een droog voorjaar had als een droge zomer (zie §3.1) heffen de verlaging van de landbouwvrucht en de verhoging van de inlaat elkaar (deels) op. Het is moeilijk te zeggen hoe de balans uiteindelijk uitvalt.

Een ander punt van aandacht bij de modellering is dat gerekend is met conservatief stoftransport. Dat betekent dat er geen processen meegenomen zijn in de berekening. Het enige wat er gebeurt, is dat de stoffen die via inlaat, kwel, neerslag, enz. het systeem inkomen verplaatst worden. Sedimentatie, nalevering, P-fixatie, opname door planten en andere processen kunnen ervoor zorgen dat de concentraties anders zijn dan berekend. Vaak zorgt conservatief transport voor hogere berekende P concentraties dan gemeten. In een veengebied is echter veenafbraak een mogelijke aanvoerpost voor P die ook zou kunnen resulteren in te lage berekende concentraties. Uit vergelijkingen van de gemeten waarden, de berekende waarden en de fractieanalyse blijkt dat de P concentraties in het model vooral bepaald worden door de aanvoer van extern water en de afstroming van landbouwwater uit de polders. Dit is niet verwonderlijk, omdat neerslagwater nauwelijks P bevat. De met het model berekende concentraties liggen in de beschouwde meren in goede orde van grootte. Alleen in de Belterwijde West zijn de berekende concentraties te laag. Dit komt doordat dit meer vrijwel niet beïnvloed wordt door inlaat en polderwater (Figuur 43).

4.5.2 ONZEKERHEDEN IN DE ANALYSES

Waterbalans en fractieanalyse

De fractieanalyses zijn gebaseerd op de modeluitkomsten. Omdat deze puur kwantitatief zijn en de kwantiteitsgegevens uit 2003 komen, zullen de fractieanalyses en de waterstromen in het model een redelijk beeld geven van de werkelijke situatie in 2003. Een belangrijke kanttekening is wel dat de verdamping van open water niet in het model zit. Dit is een grote post op de balansen. De verdamping in 2003 was 800 mm (referentie gewasverdamping Makkink KNMI * 1,26) en is voor een gemiddeld jaar 620 mm. Het gebied heeft een water oppervlak van 3000 ha. Dit betekent dat de verdamping in 2003 ongeveer $24 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ was en dat er 2,5 tot 3 keer zo veel inlaat nodig is dan nu in het model om dit te compenseren. De externe belasting berekend door het model wordt hierdoor te laag ingeschat. Het gaat hierbij om de inlaat vanuit Stroink. Dit heeft met name invloed op de externe belasting in de Beulakerwijde en op het Giethoornse Meer.

P-balansen

De onzekerheden in de P-balansen zijn het gevolg van verschillende punten (zie ook §4.5.1):

- De modeluitkomsten voor het jaar 2003 zijn opgebouwd uit (De Lange, 2011):
 - Kwantiteitsreeksen voor 2003;
 - Kwaliteitsreeksen voor een aantal polders gebaseerd op metingen van 2005 tot en met 2010;
 - De kwaliteit van een deel van een groot deel van de polders is ingeschat op basis van de bekende “polderreeksen”.
- De verdamping vanuit open water is niet in het model meegenomen waardoor de berekende concentraties hoger zijn dan in werkelijkheid;
- Conservatief transport zorgt vaak voor te hoge berekende concentraties. Veenafbraak zou in dit geval echter ook een aanvoerproces voor P kunnen zijn waardoor juist lagere concentraties berekend worden;
- Weinig neerslag zorgt voor lagere P vrachten vanuit de landbouw;
- Meer inlaat zorgt voor een grotere vracht P het gebied in.

Hoewel veel van de brongegevens voor het model dus gemiddelde over meerdere jaren zijn, kunnen de P-balansen niet gelezen worden als een balans voor 2003. Echter, omdat de waterstroming wel min of meer voor 2003 geldt, kunnen de resultaten ook niet gezien worden als een gemiddeld jaar. Of de combinatie van bovenstaande factoren uiteindelijk resulteert in meer of minder P vracht op de balans is niet te zeggen.

In de balans voor de Belterwijde West zijn niet de berekende, maar gemeten P'concentraties gebruikt (§3.3.2). Voor de kwaliteit van het water in het meer en dus de uitposten is wel een meetpunt in het meer aanwezig. Maar voor de concentraties van het inlaatwater zijn meetpunten gebruikt in de Beulakerwijde en de Belterwijde Oost. Deze punten liggen vrij ver van de inlaten naar de Belterwijde West af en zijn daarom niet het meest representatief voor de kwaliteit van het inlaatwater. Zeker gezien de fractieanalyse die aangeeft dat veel van het water in het meer oorspronkelijk het petgaten gebied ten zuiden van het meer komt.

Slibdiagnose

De balansen zijn gebruikt als invoer voor de slibdiagnose. Daarnaast worden voor de diagnose ook nog meetreeksen gebruikt voor de meren van 2003 tot en met 2011 (voor zwevend stof is nog verder teruggegaan tot 1995) waarover gemiddelden berekend zijn. Ook zijn gegevens nodig voor sediment en bodemvocht. Deze zijn gemeten in 2009. Voor sommige locaties was een lokaal gemeten waarden beschikbaar en voor sommige is de gebiedsgemiddelde waarden gebruikt. Ook de slibdiagnose is dus niet te koppelen aan 2003, en geeft ook niet een beeld van de gemiddelde situatie. Dat de exacte situatie niet bekend is, betekent echter niet dat de diagnose geen beeld geeft van de werking van het systeem.

4.5.3 METINGEN

De waterkwaliteitsmetingen die gebruikt zijn voor de analyses, zijn wanneer niet anders vermeld kwartaalgemiddelden over 2003-2011. Voor niet alle parameters zijn hieruit representatieve waarden te halen. Vooral de zwevend stof concentraties zijn de afgelopen jaren slechts sporadisch gemeten. Daarom is er in de bodemdiagnose voor gekozen om de jaargemiddelde waarde te gebruiken in plaats van de kwartaalgemiddelde. Hierdoor zal wat van de variatie door het jaar heen uit de analyse verdwijnen.

De gebruikte chlorofyl gehalten zijn kwartaalgemiddelden over de periode 2003-2011. Voor de Bovenwijde zijn alleen voor 2011 gegevens beschikbaar. Hier zijn metingen over meerdere jaren gewenst. Ook is de methode van monsternamen van belang. In de berekeningen met de bodemdiagnose zijn we ervan uitgegaan dat de gemeten waarden representatief zijn voor de gehele waterkolom. In het veld kan er ophoping van algen in de bovenste laag van het water plaatsvinden. Monsternamen vergt om deze reden speciale aandacht en het meten van een diepteprofiel van de chlorofylconcentratie kan gewenst zijn. Wanneer chlorofylgehalten niet representatief zijn voor de hele kolom, heeft dat effect op de resultaten van de slibdiagnose. In diepe meren zal dan de productie per oppervlakte eenheid overschat worden. In 5.1.1. wordt nog nader ingegaan op productie per oppervlakte eenheid in de verschillende meren.

De gehalten van P gebonden aan zwevend stof zijn bepaald vanuit het verschil tussen P-totaal en P-ortho. Ook dit is een benadering van de concentratie. Wanneer er opgelost organisch P aanwezig is, kan dit leiden tot een overschatting van de concentratie. Verdere discussie hierover volgt in 5.1.3.

Voor de geanalyseerde meren zijn met uitzondering van Belterwijde West, ten behoeve van de inschatting van de nalevering, P gehalten in het bodemvocht gebruikt van punten rond de meren.

Aangenomen wordt dat de orde van grootte van de nalevering hiermee goed wordt geschat. Meer gegevens van de waterbodems zijn gewenst.

5

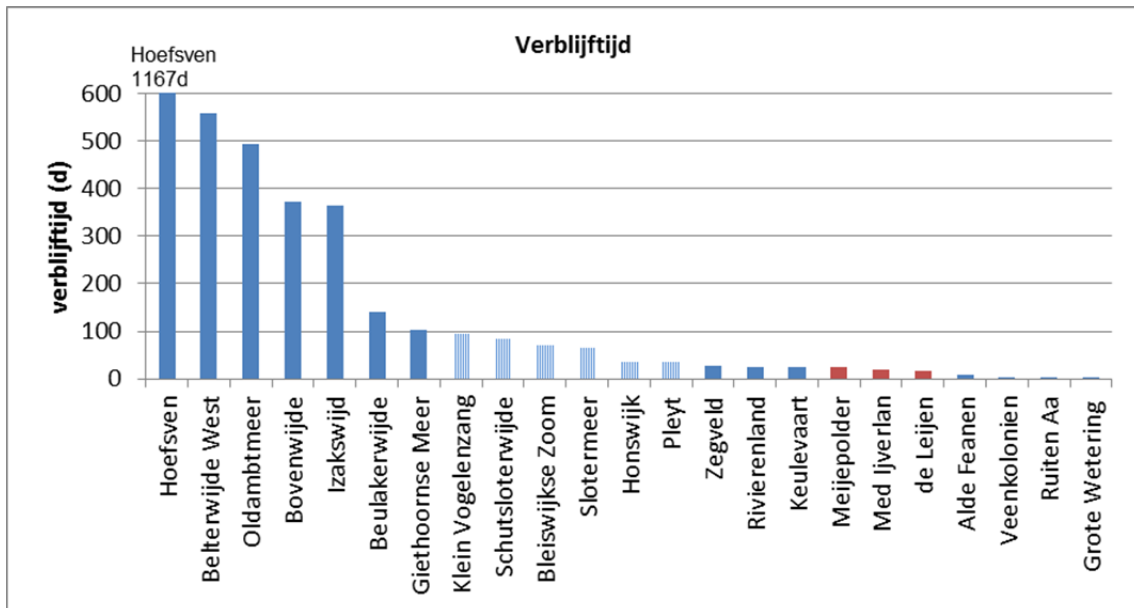
Synthese, conclusies en aanbevelingen

De uitgevoerde analyses in hoofdstuk 4 geven inzicht in de dominante processen in de verschillende meren. De berekende fluxen in de analyses dienen voorzichtig gehanteerd te worden. (Voor onzekerheden in de analyses, zie 4.5). In de synthese worden de resultaten in perspectief weergegeven. Daarnaast worden algemene bevindingen vanuit de analyses weergegeven en wordt ingegaan op de verschillen tussen de meren. Enkele resultaten worden in 5.1.3 gecombineerd met het flankerende onderzoek van Penning et al. (2012) bediscussieert. Op basis hiervan kan onder andere geconcludeerd worden of de verschillende systemen met name zwevend stof of fosfaat gestuurd zijn. Ook worden conclusies getrokken over zinvolle maatregelen in het systeem en het verwachte effect van baggeren. Na de synthese wordt de conclusies gegevens in 5.2. In 5.3 volgen dan de aanbevelingen voor vervolg.

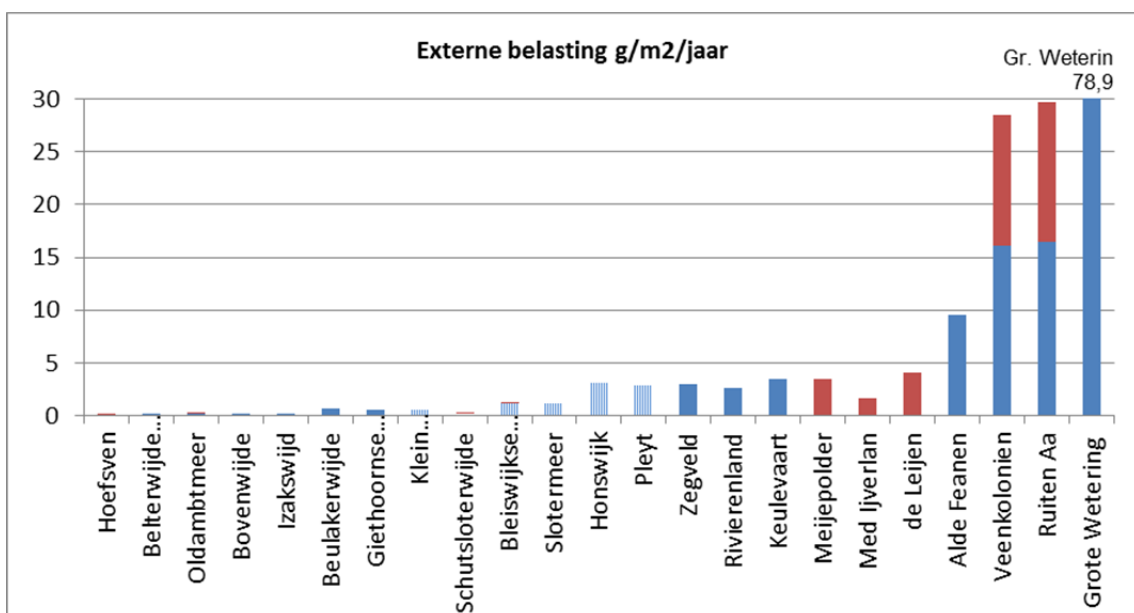
5.1 SYNTHESE

In hoofdstuk 4 zijn de meren individueel besproken. Wanneer we deze meren plotten tussen de andere Baggernut watersystemen zien we dat de meren in de Wieden systemen zijn met een relatief hoge verblijftijd (Figuur 52) van 84 dagen in Schutsloterwilde tot 558 in Belterwilde West. De externe belasting (Figuur 53) ligt juist aan de lage kant en varieert van 0,08 tot 0,69 g/m²/jaar. Een voorlopige inschatting voor de kritische belasting is 0,2 g/m²/jaar. De externe belasting van de Bovenwilde en Belterwilde West liggen onder deze waarde en het Giethoornse Meer en de Beulakerwilde zitten er boven.

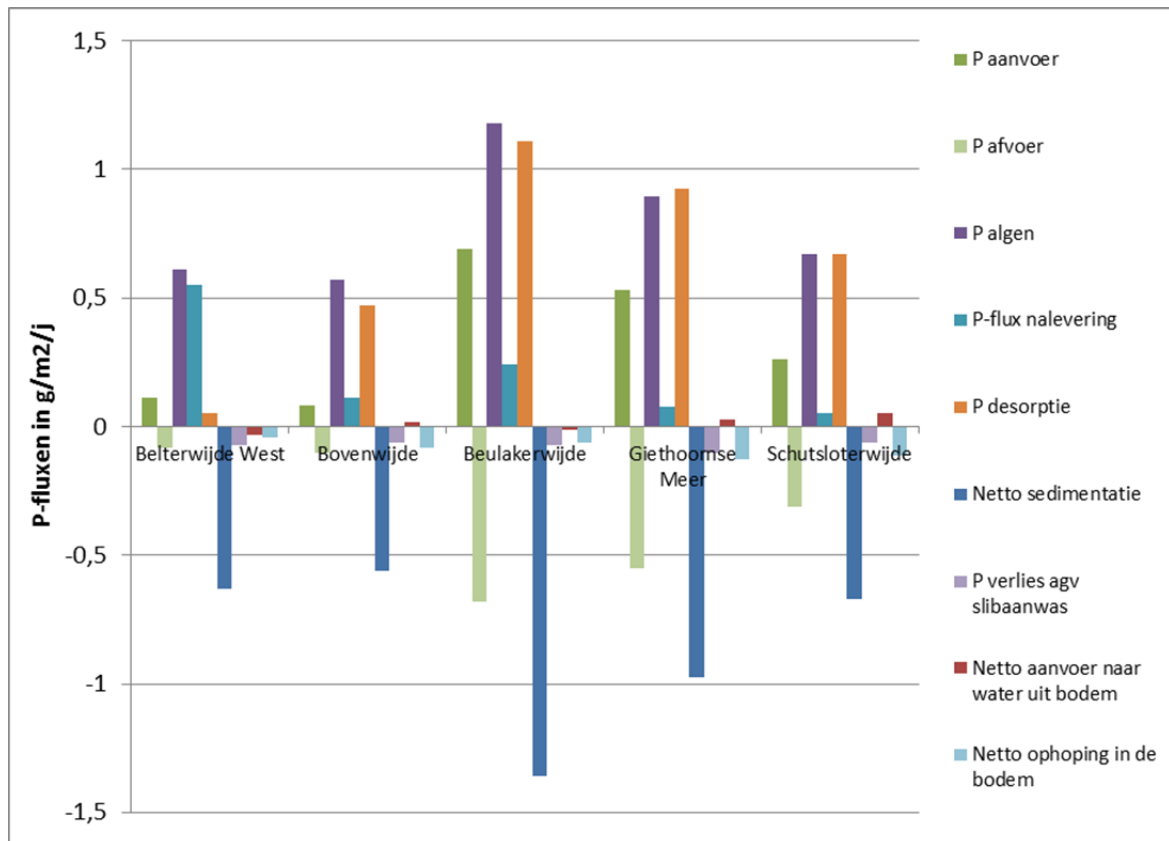
In Figuur 54 zijn de berekende fluxen en combinaties van jaarfluxen weergegeven zoals berekend voor de Wieden. Aan de hand van Figuur 54 en de overige uitvoer van de Bodemdiagnoses (Bijlage 5 t/m 8) worden het algemene beeld besproken en worden de verschillende systemen met elkaar vergeleken. In Bijlage 4 Tabel 23 zijn de berekende fluxwaardes te vinden. Daarnaast is per meer detail aangegeven wat opvalt.



Figuur 52 Verblijftijden in de BaggerNut systemen.



Figuur 53 Externe belasting in de BaggerNut systemen (blauw aanvoer via oppervlakteater, rood is aanvoer via drainage).



Figuur 54 P-fluxen in de verschillende meren in g/m²/j.

De stromingsrichting in de meren is gericht naar gemaal Stroink met uitzondering van de Belterwijde West waar het water niet een heel duidelijke stromingsrichting heeft. Kijkend naar de figuren en de kenmerken van de meren (Bijlage 4) valt op dat verschillende meren een verschillende samenstelling van bronnen van het water hebben. Deze bronnen bepalen de externe belasting van het meer. Als de invloed van inlaatwater en polderwater groter is, is de externe belasting hoger. Dit is dan weer erg van belang voor de algengroei in het meer. In Figuur 54 lijkt het erop dat bij een hogere externe belasting (P aanvoer) de flux vanuit het water richting de algen (P-algen) toeneemt. Voor de Beulakerwijde en het Giethoornse Meer worden de grootste P-alg fluxen gevonden en is ook de externe belasting het hoogst. Hierop wordt in 5.1.1 nader ingegaan.

Om algen te laten groeien is er aanvoer van P van buiten nodig of van binnenuit het systeem. Omdat aanvoer en afvoer voor de meren praktisch gelijk is, deels als gevolg van de methode van analyses (zie 4.5), is de flux vanuit de bodem naar het water van belang voor de algengroei (P desorptie en P nalevering). Hierbij is naleveringsflux onafhankelijk geschat. Voor alle systemen wordt deze als verwaarloosbaar ingeschat (kan niet leiden tot hoge P concentraties in het water). De desorptie flux is, met uitzondering van Belterwijde West, groter maar ook onzekerder (deze term omvat tevens de sluitpost). De netto sedimentatie van P in het systeem is sterk afhankelijk van de algengroei. Bij meer algengroei zal de zwevend stof concentratie en het P gehalte van zwevend stof toenemen. De term netto aanvoer vanuit bodem naar water is de resultante van de bodem-water uitwisseling (desorptie + nalevering – netto sedimentatie). Deze is afgezien van eventueel bergingsverschil op jaarbasis gelijk aan de afvoer – aanvoer van P.

De zomergemiddelde chlorofylconcentraties voor de verschillende meren variëren tussen de 23 en 55 µg/l chlorofyl. Dit zijn gemiddelde waarden. Er vindt dus geen ongelimiteerde algengroei plaats. Dit wijst erop dat er geen onbeperkte aanvoer van P vanuit de bodem plaatsvindt.

In alle meren verdwijnt er netto P uit het systeem als gevolg van de slibaanwas. Doordat de bodemdiagnostool rekent met een vaste bodemdikte wordt door sedimentatie het onderste laagje begraven, wat een afvoerpost is. In werkelijkheid verdwijnt dit niet uit het systeem, maar komt het alleen wat dieper onder het oppervlak te liggen. Deze P zou nog wel beschikbaar kunnen zijn voor wortelende waterplanten. Echter deze worden in de bodemdiagnose als onderdeel beschouwd van de bodem en in de huidige analyse is hierop niet gefocust.

Samenvattend kan gezegd worden dat ondanks de grote invloed van overig zwevend stof de Wieden nog wel een P gestuurd systeem is. De trends in P-gehalten (bijlage 3) en doorzicht (Penning et al., 2012) wijzen op vermindering van de invloed van P. Hierdoor zal het doorzicht steeds meer gestuurd worden door het zwevend stof gehalte. In twee van de 5 systemen is de externe belasting gedaald tot onder de 0.2 g/m²/jaar.

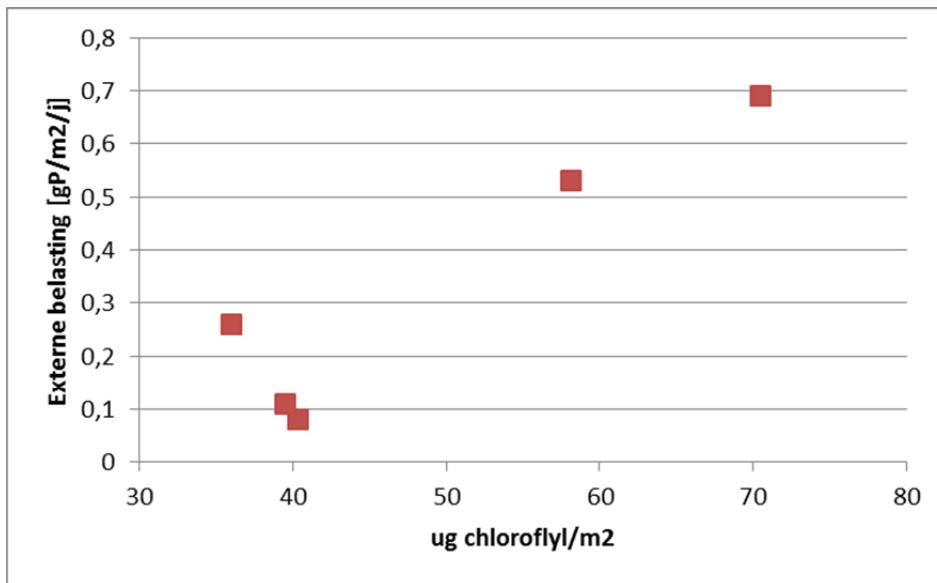
In de huidige situatie zijn de condities voor helder water al redelijk gunstig er kan voldoende licht op de bodem komen voor kieming van waterplanten (Penning et al, 2012). Vooral in de Beulakerwijdte en het Giethoornse Meer is nog winst te behalen door vermindering van de externe belasting. De verwachting is dat als gevolg hiervan de chlorofylconcentraties naar beneden gaan. De uitgevoerde berekeningen (met meetwaarden) geven geen aanleiding om grote verschillen tussen P aanvoer en afvoer te veronderstellen. Mogelijk benadert het systeem al een evenwicht met de externe belasting. Hiernaar zal nog extra onderzoek moeten plaatsvinden.

Kwaliteitsbaggeren eventueel in combinatie met afdekken kan de waterkwaliteit tijdelijk positief beïnvloeden zeker wanneer de bovenste laag van het slib, welke P rijk is, effectief verwijderd wordt (zie ook 5.1.3). Dat betekent dat er heel precies gewerkt moet worden. Omdat de P concentraties al laag zijn in het systeem zal dit geen groot effect hebben op de P-huishouding. Uiteindelijk zal het systeem in evenwicht komen met de externe belasting.

Vanwege de dalende trend in P concentraties in water en bodem is het wellicht beter om nog een aantal jaren de ontwikkeling van het systeem af te wachten en te volgen met gerichte monitoring en systeemanalyse. Vermindering van de externe belasting blijft gewenst. Dit zou kunnen door vermindering van inlaat bij gemaal Stroink. Dit zal moeten afgewogen worden tegen positieve effecten van waterinlaat. Met behulp van landbouwmaatregelen kan ook de invloed van de polders verminderd worden.

5.1.1 RELATIE EXTERNE BELASTING EN PRODUCTIE

De hoeveelheid chlorofylgehalte per oppervlakte eenheid is een maat voor de productie van het systeem (P-alg). De verwachting is dat de productie samenhangt met de externe belasting van een meer. In Figuur 55 zijn chlorofylgehalte (per m²) en externe belasting tegen elkaar uitgezet voor de beschouwde meren. In volgorde van oplopende externe belasting zien we drie lage punten, Bovenwijdte, Belterwijdte en Schutsloterwijdte en twee hogere punten Giethoornse Meer en Beulakerwijdte. Er lijkt inderdaad een verband te bestaan. De meren met de hoogste externe belasting vertonen duidelijk ook de hoogste productie. De verwachting is dat de externe belasting gedeeltelijk direct invloed kan hebben, Via externe belasting aangevoerd P kan ook eerst binden aan de bodem en bij gunstige omstandigheden voor algengroei beschikbaar komen vanuit de bodem.



Figuur 55 Chlorofyl per m2 uitgezet tegen de externe belasting.

5.1.2 BODEMWAARDEN VERSUS WATERKWALITEIT

Uit onderzoek van Nooteboom (1990) is gebleken dat 20-50% van het fosfor in de bovenste 5 cm van de waterbodem biologisch beschikbaar is (Bijlage 2). In het zuidwesten van de Beulakerwijdte werd zelfs 100% gemeten. Ook wordt gemeld dat er sprake van blauwalgengroei is.

In de afgelopen 20 jaren zijn de chlorofyl-a concentraties en totaal P concentraties gedaald. De langjarige grafieken zijn opgenomen in Bijlage 3. De totaal P concentraties nemen wat af in de Belterwijdte West, de Bovenwijdte en de Schutsloterwijdte. In de Beulakerwijdte en het Giethoornse Meer blijven ze min of meer gelijk. Opvallend is dat in de meren met de grootste daling de correlatie van de trendlijn met de gegevens het hoogst is. Voor chlorofyl zie je een afname in de Belterwijdte West en de Beulakerwijdte.

Giethoornse Meer en Bovenwijdte blijven min of meer gelijk, terwijl de concentraties in de Schutsloterwijdte licht toenemen. De ortho-P concentraties zijn de afgelopen jaren min of meer gelijk gebleven. Opvallend is dat ze in de Beulakerwijdte en het Giethoornse Meer hoger liggen dan in de andere meren en stijgen in de loop van de afgelopen jaren.

De daling van de totaal P en chlorofyl concentraties kan het gevolg zijn van verminderde externe belasting. Vermindering van externe belasting kan ook samengaan met verminderde (biologische) beschikbaarheid van P vanuit het sediment (P wordt ingebouwd in de mineralen). Het is dus mogelijk dat de biologische beschikbaarheid van P in het systeem is afgenomen en lager uitvalt dan de waardes aangegeven door Nooteboom (Bijlage 2).

Indicaties hiervoor zijn:

- Minder hoog oplopende chlorofylconcentraties in de zomer vanwege een verminderde voorraad van biologisch beschikbaar P;
- Ook minder hoge ortho-P concentraties kunnen het gevolg zijn van minder makkelijk beschikbaar P vanuit het sediment. (afgezien van de externe belasting). Hierbij kan het beste gekeken naar de ortho-P concentraties in het winterhalfjaar (geen uitputting agv algengroei).

De huidige ortho-P concentraties zijn met name hoog in Beulakerwijde en in Giethoornse Meer. In Belterwijde West liggen ze lager. In Bovenwijde is niet veel gemeten, maar hier liggen ze ook laag. Mogelijk neemt de beschikbaarheid van P vanuit het sediment dus af.

Wanneer we uitgaan van waarden van Nooteboom voor biologisch beschikbaar P komen we op een voorraad beschikbaar P van 7,55 g P/m². Om de algen te laten groeien is nalevering (of desorptie) vanuit de bodem nodig, er is namelijk niet voldoende voorraad in het water aanwezig. In de bodemdiagnose berekenen we een P-alg tussen de 0,6 en 1,2 g/m²/j. Het zou interessant zijn om de biologische beschikbaarheid van P nogmaals te onderzoeken om te kunnen kijken of het verlaagd is ten opzichte van de 7,55 gP/m² zoals vastgesteld door Nooteboom.

5.1.3 ZWEVEND STOF

Interne versus externe belasting met zwevend stof

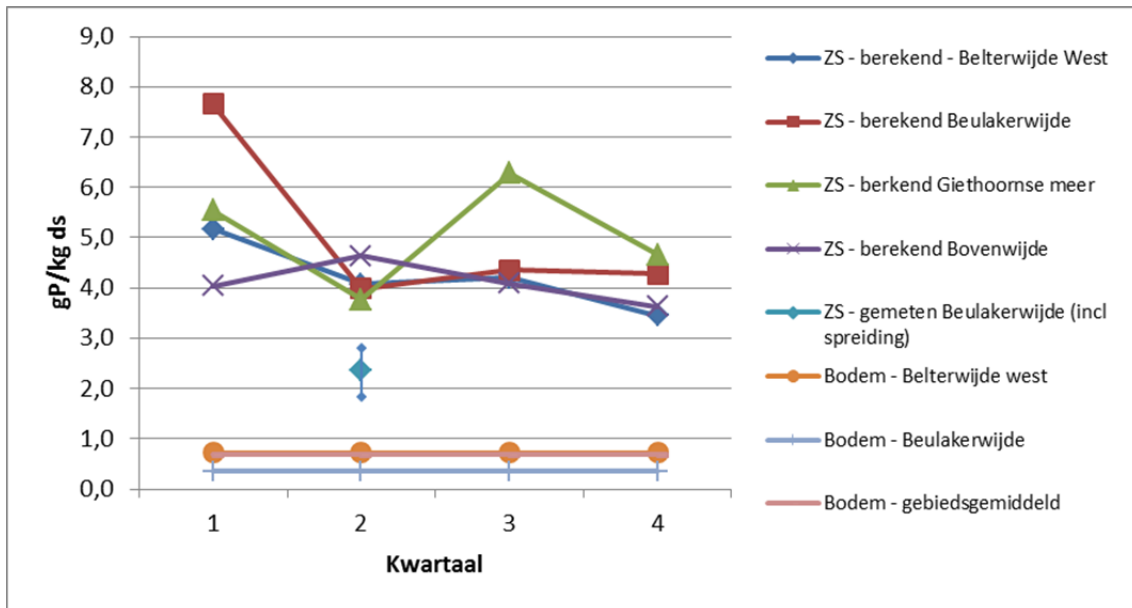
In het werk van Deltares (Penning *et al*, 2012) is vooral gekeken naar de interne belasting van zwevend stof door opwerveling. Opwerveling wordt overigens niet alleen veroorzaakt door wind, maar ook recreatie(vaart) en vis. De experimenten die Deltares heeft uitgevoerd zijn ook zinvol voor die opwervelingsmechanismen, omdat de stabiliteit van de bodem in alle gevallen relevant is voor de mate van opwerveling.

Naast de interne opwerveling kan zwevend stof ook worden aangevoerd van elders. Vooral bij korte verblijftijden is het aanvoerwater veel belangrijker voor een specifieke locatie dan de interne opwerveling. ARCADIS heeft gekeken naar de wateraanvoer. Daaruit blijkt dat in de verschillende meren per dag ongeveer 0,2 – 1,2 % van het water wordt ververst (1/verblijftijd). Op basis van dit getal mag worden aangenomen dat de interne processen (opwerveling, productie en bezinking) de zwevendstofconcentratie in de alle meren sterk bepalen.

Concentratie P in ZS en waterbodem

In de bodemdiagnose kan gekozen worden in hoeverre de P bodemconcentratie bijdraagt aan de concentratie P in het zwevende stof. Deze bijdrage staat standaard op 0, maar kan ook groter gemaakt worden. Deltares heeft het gehalte P in zwevend stof bepaald. Dit gehalte ligt tussen de 1,8 en 2,8 g/kg ds en ligt gemiddeld op 2,4 g/kg ds.

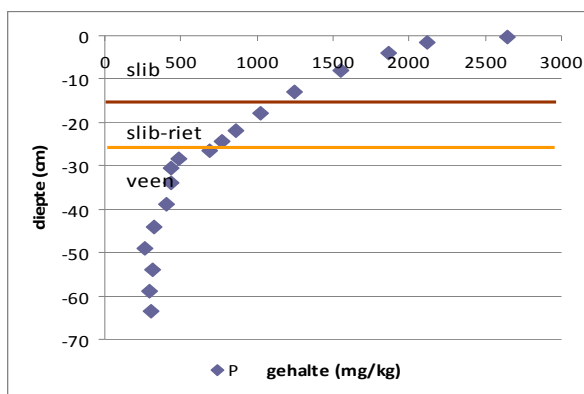
Bij gebrek aan gegevens wordt in de bodemdiagnose de P concentratie gebonden aan zwevend stof (in mg/l) berekend door P-ortho van P-totaal af te trekken. Door deze waarde te delen door de zwevend stof concentratie kan ook het gehalte P in zwevend stof geschat worden. Ook weten we het gehalte van P in de bodem. Al deze gegevens zijn weergegeven in Figuur 56.



Figuur 56 Gehalten P in zwevend stof en in de bodem in gP/kg ds.

Uit Figuur 56 kunnen we concluderen dat de berekende waarden voor het P gehalte van zwevend stof hoger liggen dan de gemeten waarden in kwartaal 2. De berekende waarden zijn niet zo nauwkeurig, maar wel indicatief. Deze zijn bepaald door kwartaalgemiddelde over 2003-2011 voor P-totaal en P-ortho te combineren met jaargemiddelde zwevend stofgehalten over de periode 1995-2011. De berekende waarden kunnen ook nog hoger uitvallen doordat naast P-ortho er ook nog OOP (opgelost organisch P) aanwezig kan zijn.

Opvallender is het verschil met het gemeten gehalte in de bodem. Het gemeten P-gehalte in ZS ligt 1,7 g/kg ds hoger dan het gebiedsgemiddelde van de bodem en ruim 2 g/kg ds hoger dan in de Beulakerwijde zelf (dit laatste gehalte is gebaseerd op 1 puntwaarneming). Ook Nooteboom (1990) vindt een afname van het P-gehalte met de diepte in het gebied (diepte-intervallen van 5-10 cm). Uit gedetailleerdere metingen over diepte-intervallen van circa 2 cm is bekend dat zowel P-concentraties in poriewater als P-totaal in sediment een scherpe gradiënt vertonen met de diepte. Figuur 57 geeft de gradiënt weer welke in de Bergse Voorplas is gemeten (Bakker et al., 2011).



Figuur 57 Gradiënt van het P gehalte van het sediment met de bodemdiepte in de Bergse Voorplas.

Naar verwachting bestaat de bovenste laag van de waterbodem uit een klein laagje P rijkere slib en neemt het P-gehalte vervolgens af met de diepte. Het rijke bovenste laagje zal bij bemonstering van de waterbodem, maar gedeeltelijk het gemeten P gehalte bepalen.

De aanrijking in deze laag kan veroorzaakt worden door verschil in deeltjesgrootte, meer beschikbare Fe bindingsplaatsen voor fosfaatbinding in het bovenste laagje (agv redoxcondities) en/of organische P aanrijking als gevolg van afsterving van algen (P gehalte detritus is circa 6 g P/kg ds, Los (2009)). Als gevolg van de P-gradiënt in de waterbodem zal het diepte interval van genomen bodemonmonster dus van invloed zijn op het gemeten P-gehalte. Daarnaast is het bij het nemen van waterbodemmonsters van belang om aandacht te besteden aan de bemonsteringsmethode en de juiste locatiekeuzes.

Naast naar het P-gehalte van bodem en zwevend stof is in de Beulakerwilde ook het Fe- en S-gehalte vergeleken. Het zwavelgehalte van zwevend stof komt overeen met het gehalte van de bodem. Het ijzergehalte laat echter net al fosfor ook een duidelijk verhoogde waarde zien in het zwevend stof ten opzichte van de bodem. Wanneer we de P/Fe ratio's van zwevend stof en bodem vergelijken komen deze wel overeen. Het lijkt er dus op dat er in het zwevend stof meer bindingsplaatsen voor P zijn als gevolg van de aanrijking met ijzer.

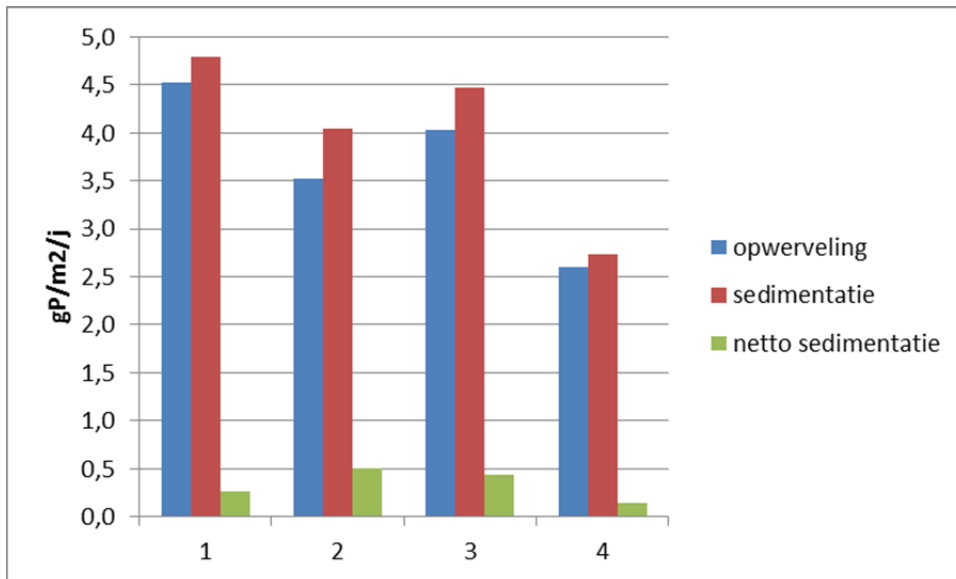
In de berekeningen met de bodemdiagnose kan gekozen worden om gehalte P in het opgewerveld materiaal ook gedeeltelijk te laten beïnvloeden door de concentratie in de bodem. Geen of minimale invloed van het bodemgehalte op de opwervelingsconcentratie laten de beste resultaten zien. Naar verwachting vindt sedimentatie en opwerveling dus plaats naar en vanuit de dunne laag met P rijkere slib.

Sedimentatie snelheden

Deltares heeft valsnelheden uitgerekend voor de opgewervelde deeltjes. De gemiddelde valsnelheid voor vlokken was ongeveer 1,5 mm/s (0,1 tot 8 mm/s) en voor gedeflocculeerde deeltjes 1 mm/s (tussen 0,1 en 3 mm/s). Waarbij de kleinere deeltjes langer zullen bijdragen aan de troebelheid dan de grotere deeltjes. Dit komt overeen met een gemiddelde valsnelheid van 130 m/d en 86 m/d Voor deeltjes van circa 45 µm, de kleinst gemeten deeltjes, is de valsnelheid circa 9 m/d. Dit zijn veel hogere waarden dan de waarden voor de sedimentatiesnelheid gebruikt in de bodemdiagnose (0,5 tot 0,8 m/d). In de bodemdiagnose wordt een inschatting van de effectieve sedimentatiesnelheid gebruikt (de bedoeling is om hiermee de daadwerkelijke bodem/water uitwisseling weer te geven). Hierna zal de sedimentatie vlak na een storm onderschat worden en in rust overschat worden. De effectieve sedimentatiesnelheid is naar verwachting kleiner dan de valsnelheid. Toch zijn de verschillen wel erg groot. De valsnelheid van de kleinst gemeten deeltjes is nog een factor 11 tot 18 groter dan de gebruikte sedimentatiesnelheid. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn:

- In de bodemdiagnose wordt een te lage sedimentatiesnelheid gebruikt;
- In een watersysteem kunnen deeltjes gedurende het vallen ook weer een opwaartse kracht mee krijgen. In een cilinder zal dit niet het geval zijn. De effectieve sedimentatiesnelheid is hierdoor altijd kleiner dan de valsnelheid;
- De bijdrage van de kleine deeltjes is belangrijk (dragen langer bij aan de troebelheid en concentratie) en deze wordt nog steeds onderschat door de valsnelheid van de kleinst gemeten deeltjes van Deltares.

De in de bodemdiagnose gebruikte sedimentatiesnelheid is mogelijk aan de lage kant. De sedimentatie en opwervelingsfluxen liggen mogelijk dus hoger dan nu berekend in de bodemdiagnose. Een nauwkeurige weergave van de sedimentatie en opwervelingsfluxen is lastig. Weergave van deze fluxen (orde van grootte) geeft wel inzicht in de dynamiek van zwevend stof in het systeem en de P uitwisseling tussen bodem en water die hiermee gepaard kan gaan. Voor inzicht in de P-balans van een systeem is weergave van de absolute waarde van sedimentatie en resuspensie flux niet van groot belang. Er kan ook volstaan worden met de netto bodem/water uitwisseling van P als gevolg van diverse processen, en dus met een weergave van de netto sedimentatieflux. Figuur 58 geeft de bodem/wateruitwisseling op twee verschillende manieren weer.



Figuur 58 Opwerving en sedimentatie van P per kwartaal in de Beulakerwijdje.

5.2 CONCLUSIE

Ondanks de grote invloed van overig zwevend stof is de wieden nog wel een P gestuurd systeem. De trends in P-gehalten en doorzicht wijzen op vermindering van de invloed van P. Hierdoor zal het doorzicht steeds meer gestuurd worden door het zwevend stof gehalte. In twee van de 5 systemen is de externe belasting gedaald tot onder de $0.2 \text{ g/m}^2/\text{jaar}$.

In de huidige situatie zijn de condities voor helder water al redelijk gunstig. De externe P belasting is niet erg hoog. De chlorofyl concentraties zijn niet extreem hoog en er kan voldoende licht op de bodem komen. Trends in doorzicht duiden op een geringe kwaliteitsverbetering. Vooral in de Beulakerwijdje en het Giethoornse Meer is nog winst te behalen door vermindering van de externe belasting. De verwachting is dan dat de chlorofylconcentraties naar beneden gaan. Uit de uitgevoerde berekeningen blijken geen grote verschillen tussen P aanvoer en afvoer. Mogelijk benadert het systeem al een evenwicht met de externe belasting. Hiernaar zal nog wel extra onderzoek moeten plaatsvinden.

Kwaliteitsbaggeren eventueel in combinatie met afdekken kan de waterkwaliteit tijdelijk positief beïnvloeden zeker wanneer de bovenste laag van het slib, welke P rijk is, effectief verwijderd. Omdat de P concentraties al laag zijn in het systeem zal dit geen groot effect hebben op de P-huishouding. Uiteindelijk zal het systeem in evenwicht komen met de externe belasting.

Vanwege de dalende trend in P concentraties in water en bodem is het wellicht beter om nog een aantal jaren de ontwikkeling van het systeem af te wachten en te volgen met gerichte monitoring en systeemanalyse. Vermindering van de externe belasting blijft gewenst. Dit zou kunnen door vermindering van inlaat bij gemaal Stroink. Dit zal moeten afgewogen worden tegen positieve effecten van waterinlaat. Met behulp van landbouwmaatregelen kan ook de invloed van de polders verminderd worden.

5.3 AANBEVELINGEN

- Modelaanpassingen: Verdamping vanaf open water moet worden opgenomen in het model, zodat de waterstroming vollediger beschreven wordt en het aandeel inlaat realistischer is. Het model kan ook op andere punten geschikter gemaakt worden voor betrouwbare kwaliteitsberekeningen;
- Representatieve modelrun over meerdere jaren; Om een beter beeld te krijgen van een gemiddelde situatie is het van belang om het model door te rekenen voor meerdere jaren of voor een gemiddeld weerjaar. Doorrekenen voor meerdere jaren heeft de voorkeur, omdat hiermee inzicht in verschillen tussen de jaren wordt verkregen;
- Monitoring; Gezien de licht verbeterende trend van de waterkwaliteit in het gebied en de vrij goede omstandigheden wat betreft externe belasting en algengroei is het wellicht verstandiger om voor het nemen van maatregelen eerst de ontwikkeling van het systeem te volgen en goed te monitoren;
- Wat betreft monitoring zijn de volgende parameters aandachtspunten:
 - Betrouwbare metingen van aanvoer en afvoer van P vanuit de verschillende meren. Hiermee kan de aan- en afvoer beter ingeschat worden en wordt de systeemanalyse een stuk betrouwbaarder. Betrouwbare aan- en afvoermetingen van zowel water als fosfaat bij Stroink hebben hierbij de hoogste prioriteit;
 - Betrouwbare kwartaalgemiddelde waarden voor Chlorofyl-A waarbij de meting representatief is voor de gehele waterdiepte. Dit kan door over de diepte verschillende monsters te nemen of door te zorgen voor goede menging in de waterkolom voordat het monster genomen wordt. Kijkend naar de afgelopen jaren is ook goed om op meer locaties en regelmatig in de tijd te meten;
 - Zwevend stof zou op meer locaties en met vaste regelmaat gemeten moeten worden. Liefst wordt er bij de bemonstering ook gekeken naar de verschillende groottefracties;
 - Voor specifieke uitspraken over maatregelen per meer zou het goed zijn om in alle meren sediment- en bodemvochtgehaltes te meten;
 - De biologische beschikbaarheid van P in het sediment om inzicht te krijgen in de potentie van het sediment om P na te leveren ten behoeve van algengroei.
- Met het oog op de achterblijvende plantengroei zou het interessant zijn om onderzoek te doen naar eventueel andere beperkende factoren voor waterplanten dan licht met behulp van AQMAD;
- Kwaliteitsbaggeren kan een positief effect hebben mits goed uitgevoerd. Als gevolg van de hoge P concentratie in zwevend stof bestaat het bovenste laagje van het sediment uit P rijk materiaal. Dat weghalen kan een gering effect hebben op de P-huishouding van de systemen. Echter, dan moet het laagje wel in zijn geheel verwijderd worden, anders heeft het vrijwel geen effect;
- Verminderen externe belasting. Met name landbouuitspoeling tegengaan.

6

Literatuurlijst

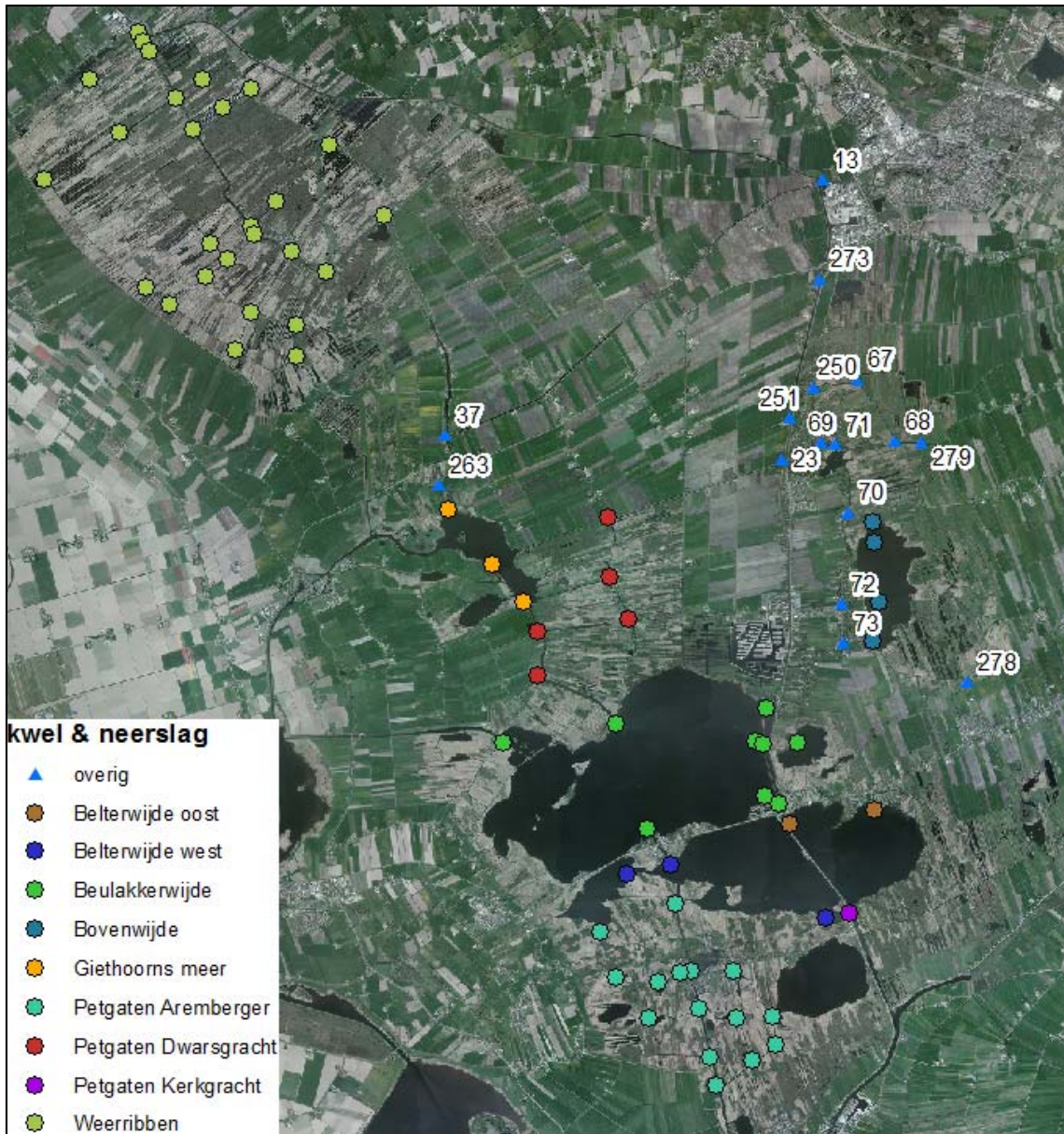
- ARCADIS, 2004. Monitoring inlaat NW-Overijssel, kenmerk 110302/OF4/1C7/000845/HB
- ARCADIS, 2011. Oplevering Sobek Weerribben, kenmerk 075574843:0.1 (Over dit project is niet gerapporteerd. Dit kenmerk verwijst naar oplevering van de DVD met de modelering en resultaten.)
- ARCADIS, 2012. BaggerNut watersysteemanalyse en slibdiagnose voor de Schutsloterwilde. Kenmerk 076433684.
- Dick Bakker, Leonard Osté, Gerlinde Roskam, Jasperien de Weert, Jack Hemelraad 2011. De Bodem Bedekt. Het onderzoeken en aanbrengen van een fosfaatbindende afdeklaag in de Bergse Voorplas. Deltares-rapport 1201913-000-BGS-0004.
- Lange, N. de, 2011. Ecohydrology of The Weerribben. Using a SOBEK-model to simulate the hydrology and chemical composition of the surface water in a Dutch wetland system.
- Los (2009) Eco-hydrodynamic modeling of primary production in coastal waters and lakes using BLOOM. Proefschrift
- Nooteboom, L.J. 1990. Eutrofiëring in de Overijsselse Wieden: De rol van de Waterbodem. Verslag Natuurbeheer sectie aquatische ecologie Nr. 2016. Wageningen Universiteit (toenmalig LUW).
- Osté, L & Van de Weerd, R, 2012 I. Kennisregels in de Bodemdiagnose BaggerNut.
- Osté, L & Van de Weerd, R, 2012 II. Waterbodemmaatregelen tegen eutrofiëring.
- Penning, W.E., J. Cornelisse, M. Genseberger, C. Thiange en L. Osté, 2012. Zwevend stof in de Beulakerwilde. Rapport 1206456, Deltares, Delft.
- Poelen, M.D.M., Van den Berg, L.J.L., Ter Heerdt, G.N.J., Bakkum, R., Smolders, A.J.P. Jaarsma, N.G. , Brederveld R.J. & Lamers L.P.M. (2012). WaterBODEMbeheer in Nederland: Maatregelen Baggeren en Nutriënten (BAGGERNUT) - Metingen Interne Nutriëntenmobilisatie en Decompositie (MIND-BAGGERNUT). Eindrapportage 2012
- Tonkes, M. 2006. Handleiding sanering waterbodems. Rijkswaterstaat AKWA-rapport: 05.006
- Waterschap Reest en Wieden, 2005. Watergebiedsplan Boezem NWO.

Bijlage 1

Fractielocaties



Figuur 59 Locaties Polders en inlaten.



Figuur 60 Locaties van punten waar kwel en neerslag het model binnenkomen.

Bijlage 2

Bodemgegevens

Bron	Jaar	Methode
Baggernut Schutsloterwijdje	2011	Zuigerboor, 5 submonsters van bovenste 5-10 cm van de onderwaterbodem.
Casper Cussel	2009	Bovenste 10cm met veenhapper.
Nooteboom 1990	1990	P_{tot} : Monstername waarschijnlijk steekbuis, analyse NEN6662 in enkelvoud. P_{bio} : Kweek algen met als P bron (100-150 ug/l) mengmonster van bovenste 5 cm sediment (gepasteuriseerd). Chl-a bepaling bij maximum algenbloei. Door middel van ijkreekt wordt Chl-a gehalte gekoppeld aan beschikbare P concentratie. Beschikbare P concentratie wordt bepaald. Toegevoegde P concentratie was bekend. Nalevering : Vanuit ongestoorde kolom met 10 cm water er bovenop, licht geroerd, doorgespoeld met verblijftijd van 2 dagen. Spoelwater deels gebiedseigen en deels gemiddeld NI. bepaling van nalevering in mg/m ² /d.
Bemonstering 4 kanalen	2010	?
Jong&Lijklema	?	?

Tabel 16 bodemgegevens bronnen en methode

bron		Pbv mg/l	PO4bv mg/l	Psed g/kg ds	Pbio g/kg ds	Fe sed g/kg ds	Nalevering mgP/m ² /d
Baggernut Schutsloterwijdje ^m	gem	0,06	0,02	0,90		30,04	0,25-1,30
Nooteboom 1990 ^m	gem alles			0,60	0,38		0,78
	gem 0-5 cm			0,80	0,38		0,78
	gem 5-10cm			0,63			
	gem 15-25cm			0,20			
Jong&Lijklema ^m	gem alles			0,21*		2,85	
Casper Cussel ^v	gem alles	0,75	0,31	0,67		17,88	
	gem meren	0,47	0,28	0,25		7,61	
	gem kanalen	0,21	0,18	0,03		1,16	
Bemonstering 4 kanalen	gem alles			0,95		31,45	

^m uitsluitend meren bemonsterd
^v verschillende locaties (meren, kanalen, sloten, petgaten, inlaten)
* P in HCl

Tabel 17 Totaaloverzicht van de resultaten van de verschillende bodemonderzoeken.

	P bodemvocht mg/l	PO4 bodemvocht mg/l	P sediment g/kg ds	Fe sediment g/kg ds	Nalevering mg/m ² /d
	0,10	0,03	0,78	25,11	minimum 0,25
	0,06	0,01	1,03	34,72	maximum 1,30
	0,03	0,01	0,89	30,29	
Gemiddelde	0,06	0,02	0,90	30,04	

Tabel 18 BaggerNut gegevens Schutsloterwijdje (bemonsterd 2011). Diepte 0-10 cm.

	P tot bodemvocht mg/l	PO4 bodemvocht mg/l	Ptot sediment g/kg ds	Fe sediment g/kg ds
Minimum	0,03	0,00	0,04	1,72
Maximum	10,39	7,05	3,18	81,03
Gemiddelde	0,75	0,31	0,67	17,88
(Small) lakes	0,47	0,28	0,25	7,61
Channels	0,21	0,18	0,03	1,16
Ponds	0,78	0,29	0,39	9,32
Inlet upstream	0,17	0,03	0,44	7,37
Inlet agricultural field	0,29	0,09	0,47	13,18
Ditch	0,52	0,10	0,55	21,36

Tabel 19 Gegevens C. Cussel (UvA). Bemonsterde diepte 0-10 cm.

	Totaal P g/kg ds	Fe g/kg ds
Minimum	0,26	10,60
Maximum	1,80	56,50
Gemiddelde	0,95	31,45

Tabel 20 Resultaten van metingen van bodemgehaltes in 4 kanalen in 2010. Diepte onbekend.

	Diepte cm	Totaal P mgP/g ds	Biologisch beschikbaar P mgP/g ds	Nalevering mgP/m ² /d
Beulakerwijdje 200	0-5	0,37	0,8	
	5-15	0,32		
	15-25	0,08		
Beulakerwijdje Oost	0-5	0,4	0,12	0,33/0,16*
	5-15	0,07		
	15-25	0,14		
Beulakerwijdje West	0-5	0,33	0,15	0,25/0,11*
	5-15	0,08		
	15-25	0,03		
Beulakerwijdje ZW	0-5	0,44	0,43	0,66
	5-15	0,73		
	15-25	0,24		
Venematen mid	0-5	0,38	0,3	0,30
	5-15	0,04		
	15-25	0,09		
Venematen West	0-5	0,95	0,16	0,25
	5-10	0,78		
Venematen rand	0-5	1,14	0,36	0,30
	5-15	0,84		
	15-25	0,09		
Zuideindinger ZW	0-5	1,48	0,73	3,78
	5-15	1,3		
Schinkelland	0-5	1,26	0,34	0,38
	5-15	1,18		
	15-25	0,75		
Schutsloterwijdje mid	0-5	0,97		
	5-10	0,58		
Schutsloterwijdje west	0-5	0,87		
	5-10	0,78		
Schutsloterwijdje rand	0-5	1,02		
	5-10	0,87		

* Deze waarde is na baggeren

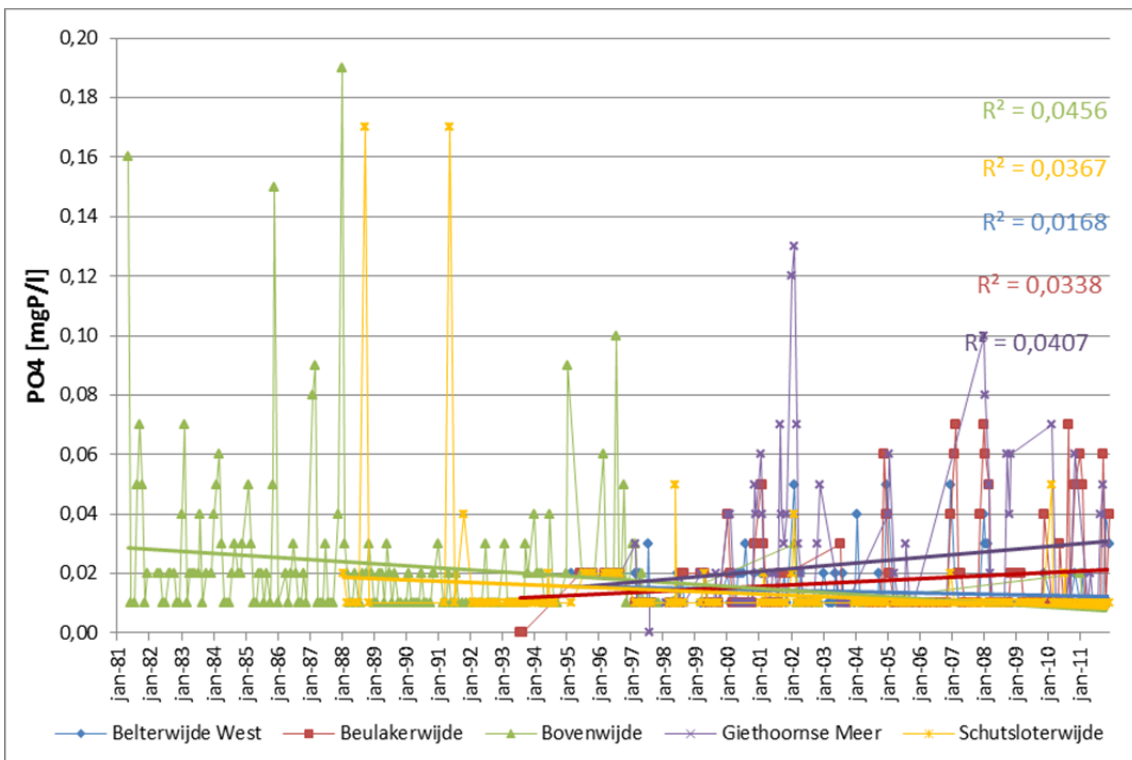
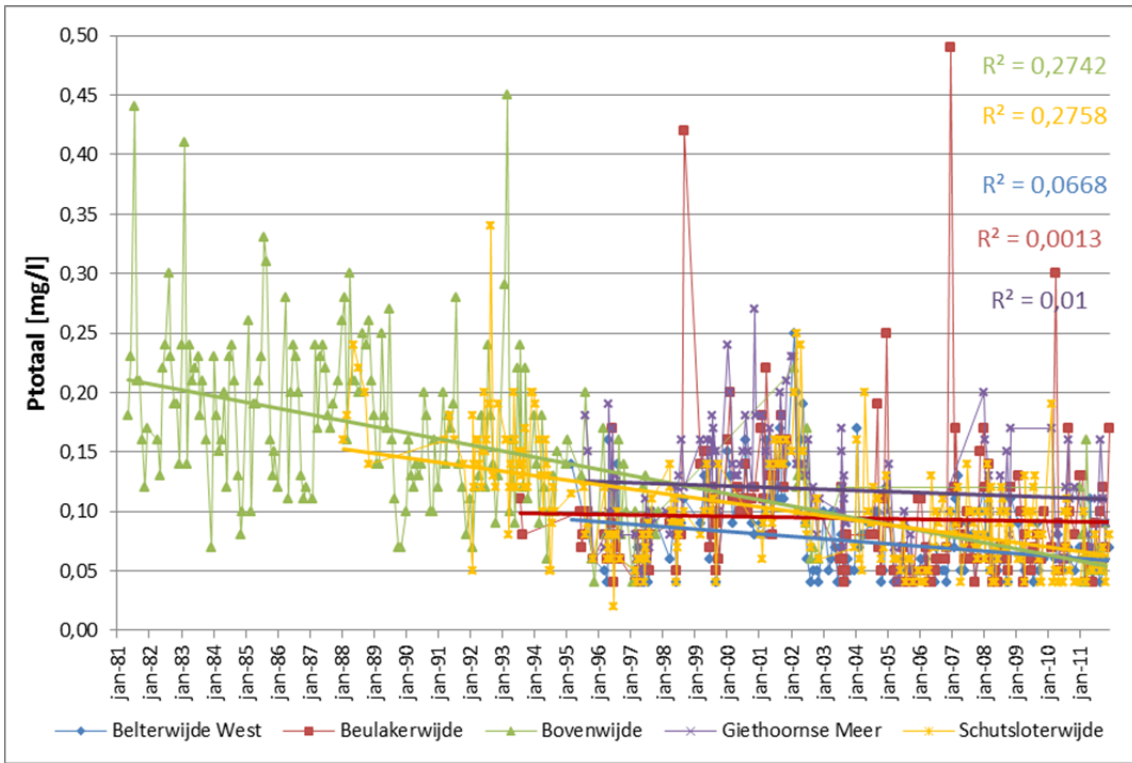
Tabel 21 Resultaten van metingen en experimenten van Nooteboom. Monsternamen op 14-11-1989, 7-2-1990 en 28-3-1990.

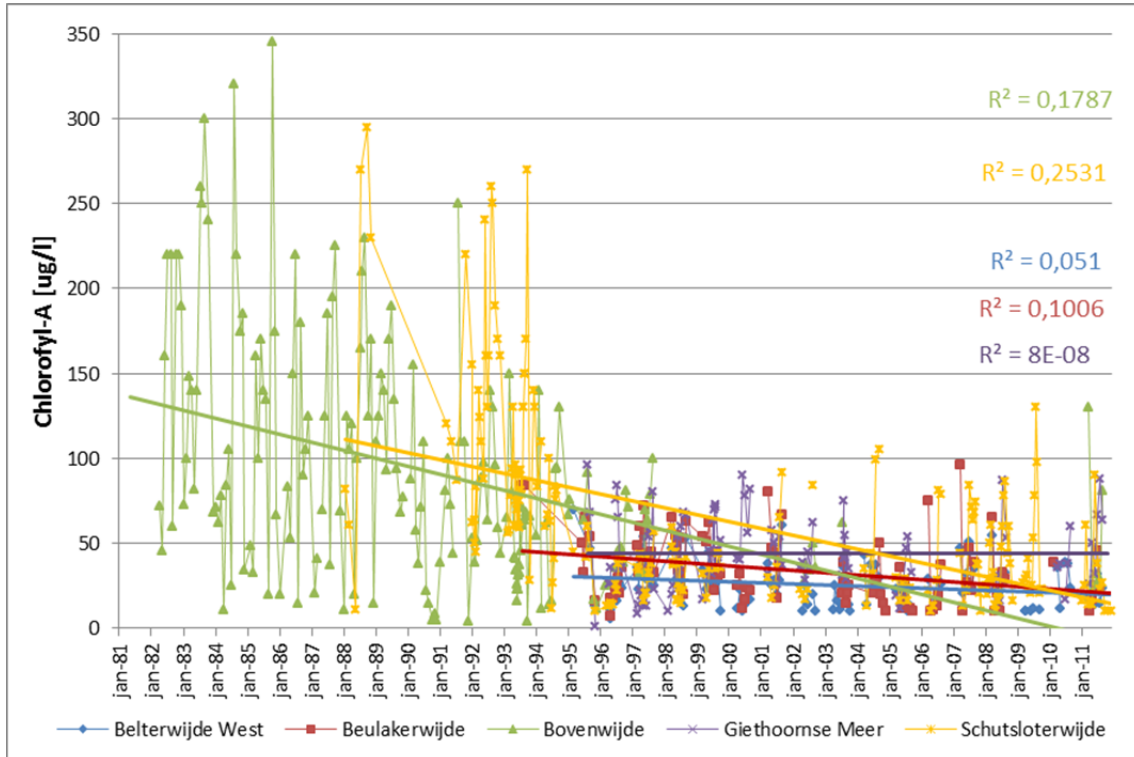
Locatie	Code	Diepte cm	P in NH4Cl los gebonden g/kg ds	P in NaOH gebonden aan Fe en Al g/kg ds	P in HCl gebonden aan Ca g/kg ds	p gefixeerd in org mat g/kg ds	Fe totaal g/kg ds
Belterwijde West	BW-Zuid	0 tot 2	0,05	0,08	0,12		
		2 tot 4	0,08	0,09	0,11		
		4 tot 6	0,08	0,11	0,09		
		6 tot 8	0,08	0,09	0,12		
Beulakerwijde-Oost	BW-Oost	0 tot 2	0,06	0,19	0,08		
		2 tot 4	0,03	0,03	0,10		
		4 tot 6	0,05	0,18	0,10		
		6 tot 8	0,06	0,12	0,12		
Beulakerwijde-West	BW-West	0 tot 2	0,01	0,07	0,17		3,3
		2 tot 4	0,00	0,03	0,17		2,1
		4 tot 6	0,00	0,04	0,15		2,2
		6 tot 8	0,01	0,12	0,21		3,8
Giethoornsemeer	GM	0 tot 2	0,04	0,23	1,30	0,52	
		2 tot 4	0,03	0,16	0,17		
		4 tot 6	0,04	0,09	0,16		
		6 tot 8	0,03	0,03	0,18		
Alles	min		0,00	0,03	0,08		2,10
	max		0,08	0,23	1,30		3,80
	gem		0,04	0,10	0,21		2,85
	gem	0 tot 2	0,04	0,14	0,42		
	gem	2 tot 4	0,04	0,08	0,14		
	gem	4 tot 6	0,04	0,11	0,13		
	gem	6 tot 8	0,05	0,09	0,16		

Tabel 22 Jong&Lijklema Diepte 0-8 cm.

Bijlage 3

Waterkwaliteit





Bijlage 4

Fluxen en opvallende kenmerken per systeem

Flux	Belterwilde	Bovenwilde	Beulakerwilde	Giethoornse	Schutsloterwilde
	West			Meer	
Verblijftijd	558	373	141	103	84
P aanvoer	0,11	0,08	0,69	0,53	0,26
P algen	0,61	0,57	1,18	0,893	0,67
P-flux nalevering	0,55	0,11	0,24	0,078	0,05
P desorptie	0,05	0,47	1,11	0,924	0,67
Opwerveling	11,52	15,75	14,67	17,077	14,5
Bezinking	-12,15	-16,31	-16,03	-18,051	-15,17
P afvoer	-0,08	-0,1	-0,68	-0,55	-0,31
Netto aanvoer bodem > water	-0,03	0,02	-0,01	0,028	0,05
P verlies agv slibaanwas	-0,07	-0,06	-0,07	-0,1	-0,06
Netto ophoping in de bodem	-0,04	-0,08	-0,06	-0,128	-0,11

Tabel 23 P-fluxen in de verschillende meren in gP/m²/j.**Beulakerwilde**

- Vrij gelijkmatige bijdrage van rand, polder en lateraal;
- Behalve inlaat in het tweede en derde kwartaal en een geringe afname van het aandeel van de polders is er een redelijke gelijkmatige verdeling tussen de fracties over het jaar;
- Hoofdstroomrichting is van oost naar west, alleen in kwartaal 3 keert dat om als gevolg van inlaat;
- P aanvoer volgt de waterstroming;
- Algen groei en desorptie zijn relatief hoog. Dit hangt waarschijnlijk samen met de relatief hoge externe belasting.

Bovenwilde

- Opvallende piek van aandeel polderwater in het eerste kwartaal daarna afname door het jaar heen;
- Weinig beïnvloeding door randen;
- Vrij veel lokaal neerslagwater;
- Stroomrichting is van noord naar zuid;
- P aanvoer vooral in eerste kwartaal als gevolg van de piek in het polderwater. Afvoer van P vindt grotendeels plaats door infiltratie;
- Grote sluitpost op de P-balans.

Giethoornse Meer

- Veel verschillende fracties en variatie door het jaar heen;
- K1 piek in aanvoer polderwater;
- K2 en K4 groot aandeel neerslag- (en kwel)water uit de Weerribben;
- K3 veel invloed inlaat gemaal Stroink;
- In winter stroming hoofdzakelijk van noord naar zuid. In K2 is het min of meer in evenwicht en tijdens de inlaatperiode in K3 stroomt het water van zuid naar noord;
- Aanvoer P in winter vanuit noorden, K2 noord en zuid en K3 grotendeels vanuit zuiden;
- Algen groei en desorptie zijn relatief hoog. Dit hangt waarschijnlijk samen met de relatie hoge externe belasting.

Belterwijde West

- Vooral invloed van neerslag- (en kwel)water;
- Een groot aandeel initieel water dat door het jaar heen afneemt, de verhouding tussen de andere fracties blijft min om meer gelijk;
- Stroomrichting is van west naar oost;
- Aanvoer van P ook vooral vanuit het westen;
- In vergelijking met de andere meren een hoge nalevering;
- Opwerveling en bezinking wat lager dan in de andere meren.

Bijlage 5 Slibdiagnose Beulakerwijde

Bijlage 5.1 Invoer

		Huidige situatie			
1. Algemeen					
Naam systeem		Beulaker			
Fosfaatbalans		ja			
Nitraatbalans		nee			
KRW type		M27	t.b.v. berekenen EKR		
Water systeem type		meer	t.b.v. type watersysteem analyse		
Specificatie		plassen	t.b.v. bepalen risico zuurstofloosheid		
Kwartaal		K1	K2	K3	K4
Oppervlakte watersysteem (opp. water)	m2	13344537	13344537	13344537	13344537
Dominante leggerdiepte	m	2,67			
Gemiddelde waterdiepte	m	2,57			
KRW norm P (t.b.v. nalevering)	mg/l	0,09	Indien je hier niks invoert wordt uitgegaan van een default norm (0.15 mg/l MTR)		
Norm doorzicht	m	0,90			
kritische belasting	g P/m2/j	0,20			
2. Bodem					
P-sed	g P /kg ds	0,35			
Fe-sed	g Fe /kg ds	12,13			
Of: P-sed / Fe-sed					
P-sed onder de sliblaag	g P /kg ds	2,35			
Kwartaal		K1	K2	K3	K4
Bodemvocht	mg P / l	0,93	0,93	0,93	0,93
Methode nalevering		Bodemvocht			
Dikte sliblaag	m	0,1			
organische externe belasting					
Type		bodem met slib	t.b.v. bepalen risico zuurstofloosheid		
Stevigheid waterbodem		slap	t.b.v. balans en maatregelen		
Stevigheid waterbodem onder sliblaag		slap	t.b.v. balans en maatregelen		
Matrix		veen	t.b.v. balans en maatregelen		

		Huidige situatie							
1. Algemeen									
Matrix waterbodem onder sliblaag		veen	t.b.v. balans en maatregelen						
3. Balansposten naamgeving									
Inposten		posten invullen	suggestie						
Inpost 1	IN1:	inlaat 13_6	Inlaat						
Inpost 2	IN2:	inlaat 279	Inlaat						
Inpost 3	IN3:	inlaat 269	Inlaat						
Inpost 4	IN4:	inlaat overig	Inlaat						
Inpost 5	IN5:	kwel							
Inpost 6	IN6:	neerslag							
Uitposten		posten invullen	suggestie						
Uitpost1	UIT1:	uitlaat 171	Inlaat						
Uitpost2	UIT2:	uitlaat 13_6	Inlaat						
Uitpost3	UIT3:	uitlaat 279	Inlaat						
Uitpost4	UIT4:	uitlaat overig	Inlaat						
Uitpost5	UIT5:	infiltratie							
Uitpost6	UIT6:	verdamping	Verdamping						
4. Balansposten		K1	K2	K3	K4				
In- en uitvoer concentratie of vracht	mg/l of kg/kwartaal	vracht							
Posten waterbalans		debiet (m3/kwartaal)				P-vracht (kg/kwartaal)			
		K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4
IN1: inlaat 13_6		8.677.956	4.596.540	2.116.696	7.321.468	1.209	391	128	462
IN2: inlaat 279		10.107.562	4.728.740	1.812.430	8.074.352	1.973	482	122	1.067
IN3: inlaat 269		9.566.717	5.080.298	1.728.463	8.655.275	1.213	330	81	677
IN4: inlaat overig		3.805.986	5.517.999	6.588.225	3.998.912	267	360	336	111
IN5: kwel		173.756	284.161	258.654	291.502	0	0	0	0
IN6: neerslag		1.304.681	1.066.478	823.867	1.660.217	0	0	0	0
UIT1: uitlaat 171		31.254.124	14.931.401	3.309.374	27.276.639	3.655	1.586	261	1.651

		Huidige situatie							
1. Algemeen									
UIT2: uitlaat 13_6		890.515	2.156.139	3.281.931	1.092.151	129	258	246	69
UIT3: uitlaat 279		123.564	1.070.768	2.135.817	336.854	23	159	179	23
UIT4: uitlaat overig		479.096	1.609.088	2.670.308	350.729	63	182	190	21
UIT5: infiltratie		889.359	1.248.034	1.239.370	945.352	130	128	82	68
UIT6: verdamping		0	258.787	691.535	0	0	0	0	0
restterm / sluitfout (pos = meer in dan uit) (check)	controle	0	0	0	0	662	-751	-292	485
5. Watersamenstelling (bij voorkeur kwartaalgegevens invullen)		JAAR GEM	K1	K2	K3	K4			
Doorzicht (indien bekend)	m		0,42	0,74	0,66	0,70			
Chlorofyl	µg/l		39,00	29,86	27,17	17,50			
Anorganische zwevende deeltjes	mg/l								
Detritus	mg/l								
Concentratie zwevende stof	mg/l	13,91							
Concentratie P-totaal	mg/l		0,14	0,07	0,07	0,08			
Concentratie P zwevend stof	mg/l		0,11	0,06	0,06	0,06			
Ortho P	mg/l		0,04	0,01	0,01	0,02			
Concentratie N totaal	mg/l		1,36	0,55	1,41	1,07			
Concentratie sulfaat in systeem	mg/l		21,25	23,40	27,00	25,75			
6. Kenmerken systeem		Welke parameters invullen? Nb het is mogelijk breuken in te voeren (bijv. onderhoud = 1.2)							
BZV	mg O ₂ /l	2,5	nee	zomergemiddelde					

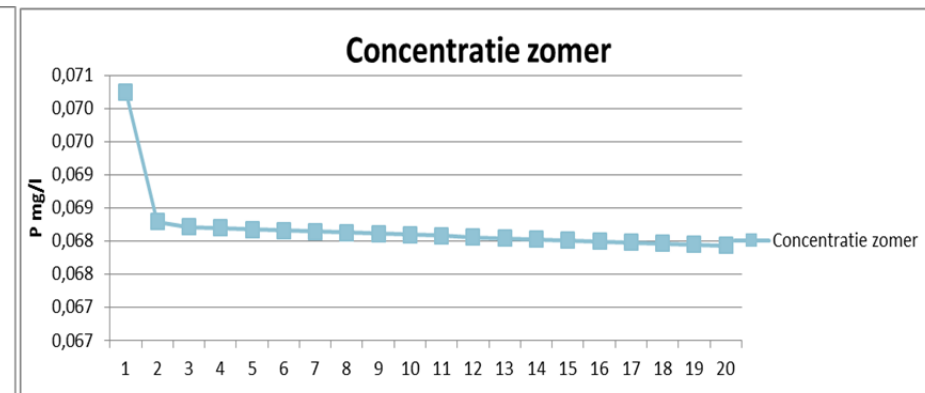
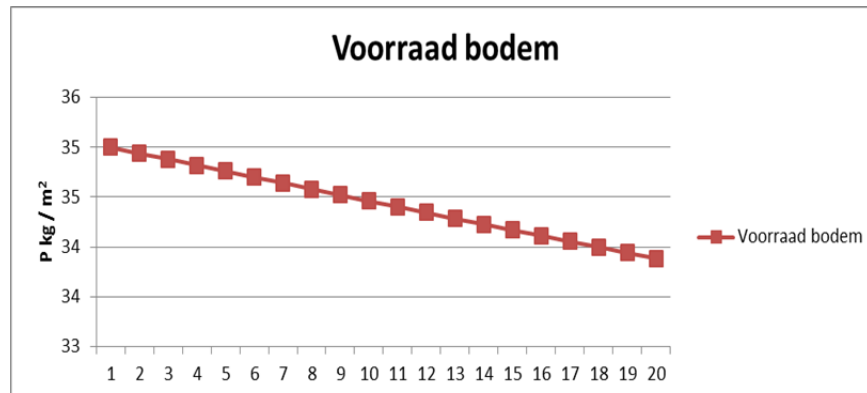
		Huidige situatie		
1. Algemeen				
Chloride	mg Cl/l	40,0	nee	zomergemiddelde
Peildynamiek		1	ja	1=tegennatuurlijk 2=stabiel 3=natuurlijk
Connectiviteit			nee	1=geïsoleerd 2=periodiek geïsoleerd 3=open verbinding
Meandering			nee	1=recht+normprofiel 2=gestrekt+natuurlijker dwarsprofiel 3=zwak slingerend 4 =slingerend 5=vrij meanderend
Beschaduwing			nee	1=onbeschaduwd zonder ruigte op oevers 2=gedeeltelijk beschaduwd of ruigte op oever 3=grotendeels of geheel beschaduwd
Verstuwing			nee	1=sterk gestuwd zonder vistrappen 2=gestuwd met vistrappen 3=ongestuwd
Oeverinrichting		2	ja	1=beschoeid 2=steil 3=flauw/moerassig (NVO)
Scheepvaart			nee	1=intensief bevaren 2 = niet of nauwelijks bevaren
Onderhoud			nee	1=intensief 2=extensief
Aanwezigheid benthivore vis	kg/ha	54,2	-->	--> zie ook maatregeleninvoer
Aantal schepen beroepsvaart	schepen/d			
Percentage van water wat wordt beïnvloed door beroepsvaart	fractie			
Aantal schepen recreatievaart	schepen/d			
Percentage van water wat wordt beïnvloed door recreatievaart	fractie			
Netto plant opname P o.b.v. kritische belasting of defaultwaarde)	g P/m2 /jaar			
Afvoer P (d.m.v. maaien, schonen)	g P/m2/jaar			
baggeraanwas (agv afkalving, erosie, bladval of veenafbraak)	g ds /m2/jaar			
P gehalte baggeraanwas(o.b.v. bladval, veen afbraak, erosie oevers)	g/kg ds			
7. Huidige situatie				
		KRW sheet	Meetdata	GEP
Macrofauna	EKR	0,43		0,6

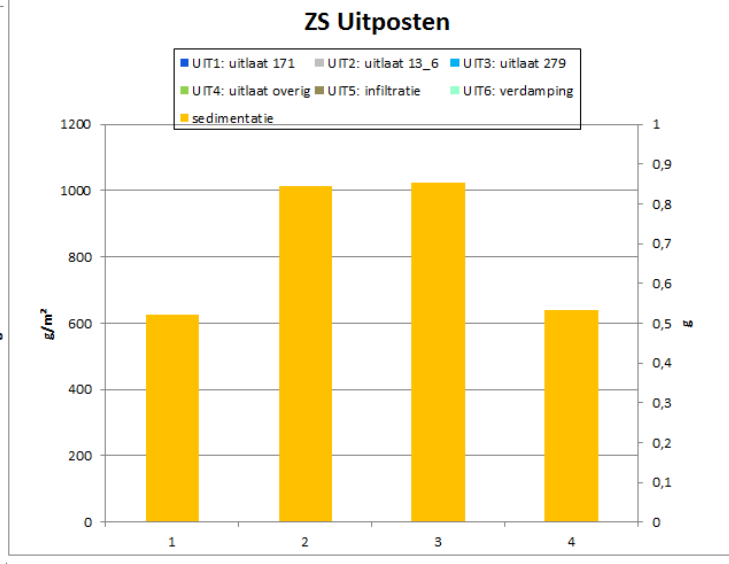
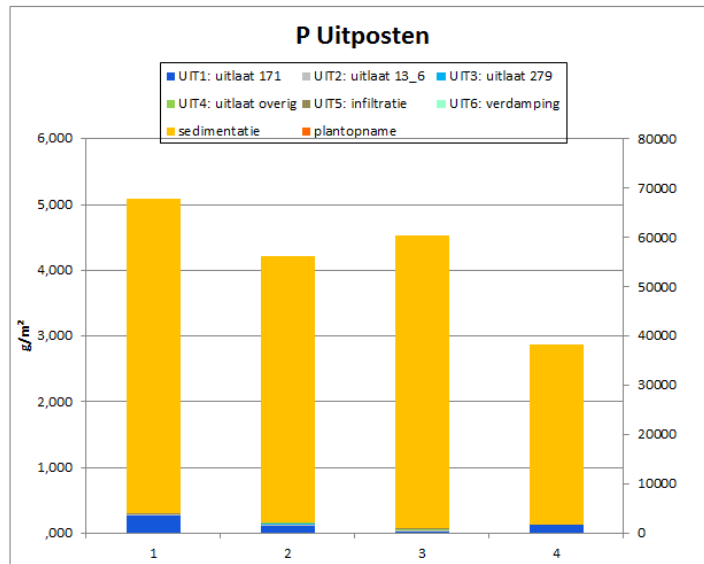
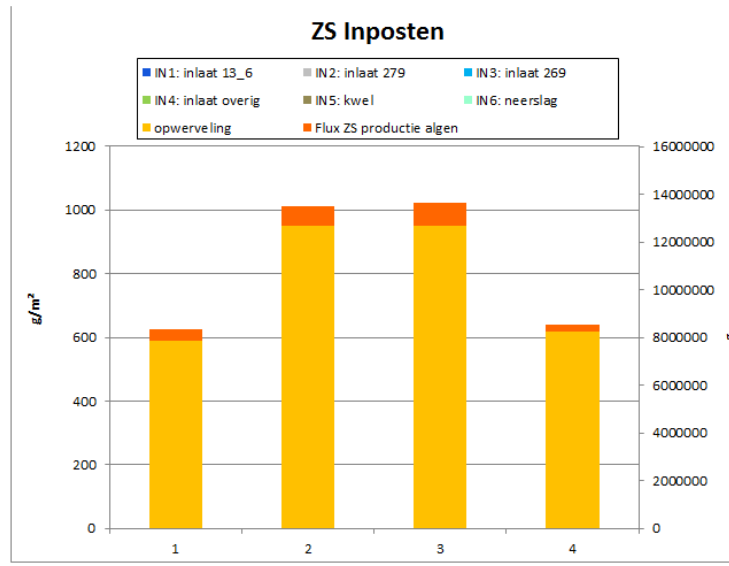
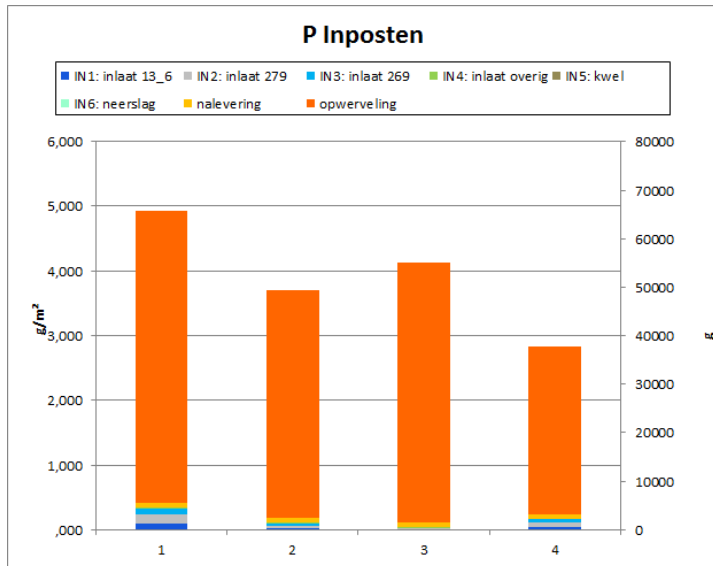
		Huidige situatie	
1.Algemeen			
Macrofyten	EKR	0,4	0,6
Vis	EKR	0,52	0,6
Fytoplankton	EKR	0,35	0,6
Totaal fosfaat (zomergemiddelde)	mg/l	0,07	0,09
Totaal stikstof (zomergemiddelde)	mg/l	2,32	1,3
Doorzicht (zomergemiddelde)	m	0,47	0,9

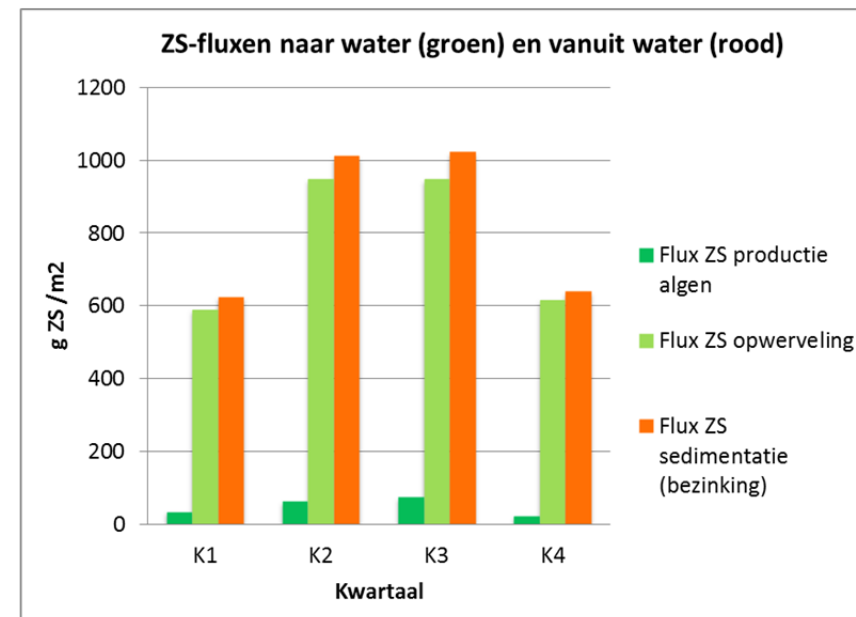
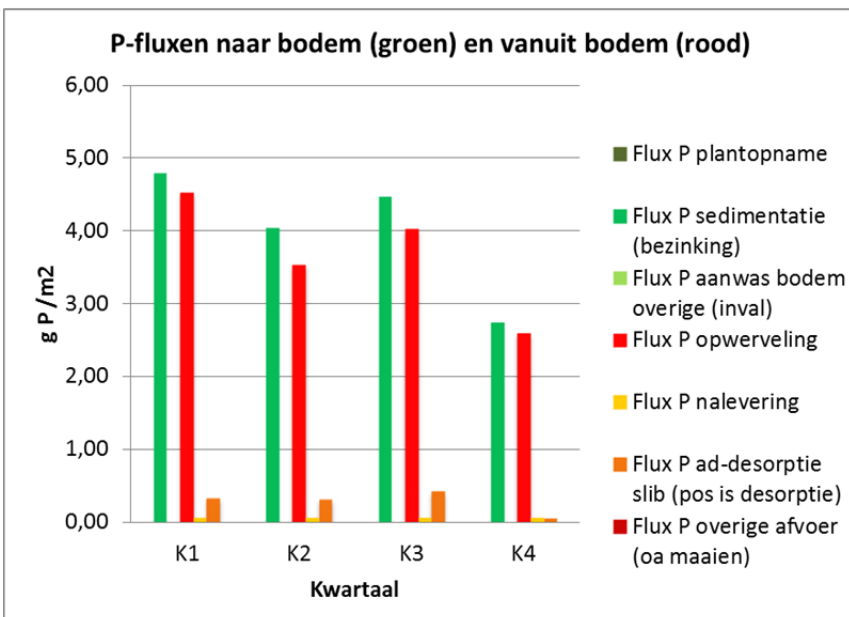
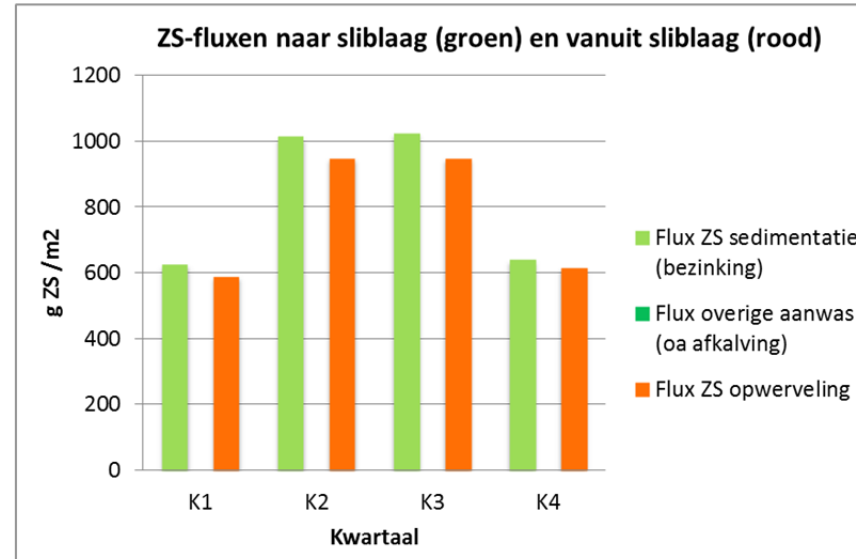
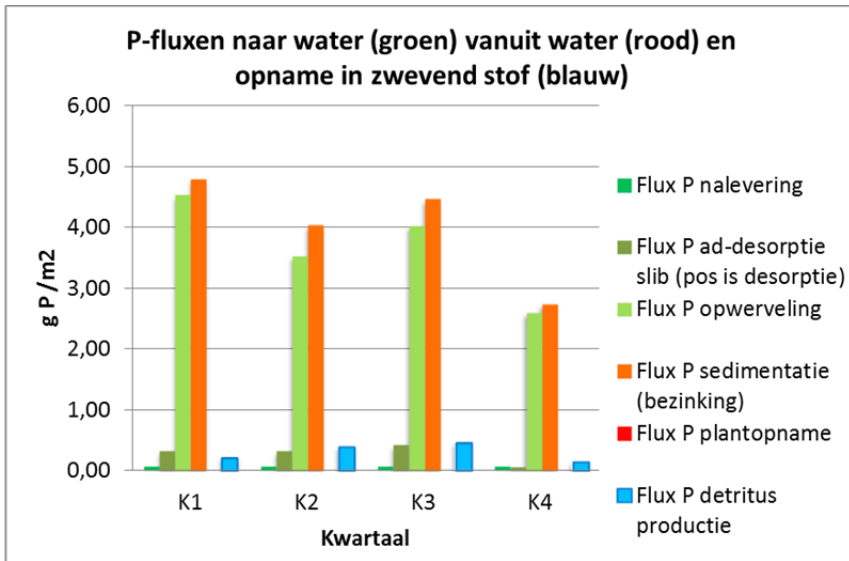
Bijlage 5.2 Resultaten

1e oordeel					
Beulaker	Diagnose				
Potentie nalevering?	verwaarloosbaar				
doorzicht?	matig				
Chlorofyl	middel				
1e oordeel	Geen BD: reduceer de externe belasting				
Interne en externe P belasting	jaargemiddeld/totaal	K1	K2	K3	K4
Interne belasting (% van totale belasting)	25,9	14,6	34,0	54,9	26,0
Externe belasting (% van totale belasting)	74,1	85,4	66,0	45,1	74,0
Interne belasting (absoluut in g P/m2)	0,24	0,06	0,06	0,06	0,06
Externe belasting (absoluut in g P/m2)	0,7	0,3	0,1	0,0	0,2
Kritische belasting (absoluut in g P/m2)	0,20				
Verblijftijd (dagen)	127,42	91,76	146,70	236,73	105,17
Maatregelen					
Maatregel	Zinvol?				
Contact nutriënten waterbodem en oppervlaktewater afsnijden	ja, in combinatie met baggeren				
Externe belasting omlaag	ja				
Vergroten P-bindingscapaciteit	ja				
Bron weghalen (baggeren)	ja, in combinatie met afdekken				
Opwerveling beperkende maatregelen	ja				
Beijzering	PM				
Reductie sulfaat / bicarbonaat	nee				
Check concentraties		K1	K2	K3	K4
Berekend	P (mg/l)	0,14	0,07	0,07	0,08
Gemeten	P (mg/l)	0,14	0,07	0,07	0,08
Berekend	N (mg/l)	#DEEL/0!	#DEEL/0!	#DEEL/0!	#DEEL/0!
Gemeten	N (mg/l)	1,363333333	0,553333333	1,41	1,072
Berekend	Zwevend stof (mg/l)	13,91	13,91	13,91	13,91
Gemeten	Zwevend stof (mg/l)	13,91	13,91	13,91	13,91

Resultaten							
Maatlat	Huidige situatie		Data	Bodemdiagnose	Autonome ontwikkeling		GEP
	KRW-sheet				na 2 jaar	na 10 jaar	
	gemeten		gemeten	berekend			
Macrofauna		0,43		0,40	0,40	0,40	0,6
Macrofyten		0,4		0,48	0,48		0,6
Vis		0,52		0,42	0,42		0,6
Fytoplankton		0,35		0,49	0,49		0,6
Totaal fosfaat (zomergemiddelde) mg/l		0,07		0,07	0,07	0,07	0,09
Totaal stikstof (zomergemiddelde) mg/l		2,32		2,32	2,32	2,32	1,3
Doorzicht (zomergemiddeld) m		0,47		0,66	0,66	0,66	0,9
Risicozuurstofloosheid door slib	-		-	hoog risico			
Autonome ontwikkelingen							







Bijlage 6 Slibdiagnose Bovenwijde

Bijlage 6.1 Invoer

		Huidige situatie			
1. Algemeen					
Naam systeem		Bovenwilde			
Fosfaatbalans		ja			
Nitraatbalans		nee			
KRW type		M27 t.b.v. berekenen EKR			
Water systeem type		meer t.b.v. type watersysteem analyse			
Specificatie		plassen t.b.v. bepalen risico zuurstofloosheid			
Kwartaal		K1	K2	K3	K4
		60007			
Oppervlakte watersysteem (opp. water)	m2	6000716	16	6000716	6000716
Dominante leggerdiepte	m	0,84			
Gemiddelde waterdiepte	m	0,74			
KRW norm P (t.b.v. nalevering)	mg/l	0,09 Indien je hier niks invoert wordt uitgegaan van een default norm (0.15 mg/l MTR)			
Norm doorzicht	m	0,90 Indien je hier niks invoert wordt uitgegaan van een default norm (0.9 m doorzicht)			
Kritische belasting	g P/m2/j	0,20			
2. Bodem					
P-sed	g P /kg ds	0,68			
Fe-sed	g Fe /kg ds	18,05			
Of: P-sed / Fe-sed					
P-sed onder de sliblaag	g P /kg ds	2,35			
Kwartaal		K1	K2	K3	K4
Bodemvocht	mg P / l	0,36	0,36	0,36	0,36
Methode nalevering		Bodemvocht			
Dikte sliblaag	m	t			
Organische externe belasting		0,1			
Type		bodem met slib t.b.v. bepalen risico zuurstofloosheid			
Stevigheid waterbodem		slap t.b.v. balans en maatregelen			
stevigheid waterbodem onder sliblaag		slap t.b.v. balans en			

1. Algemeen			Huidige situatie			
Matrix		veen	maatregelen t.b.v. balans en maatregelen			
Matrix waterbodem onder sliblaag		veen	t.b.v. balans en maatregelen			
3. Balansposten naamgeving						
Inposten			posten invullen	sugges tie		
Inpost 1	IN1:	inlaat 300 inlaat	Inlaat			
Inpost 2	IN2:	149_7 inlaat	Inlaat			
Inpost 3	IN3:	118_2	Inlaat			
Inpost 4	IN4:	inlaat 104	Inlaat			
Inpost 5	IN5:	kwel				
Inpost 6	IN6:	neerslag				
Uitposten			posten invullen	sugges tie		
Uitpost1	UIT1:	uitlaat 300 uitlaat	Inlaat			
Uitpost2	UIT2:	overig uitlaat	Inlaat			
Uitpost3	UIT3:	118_2	Inlaat			
Uitpost4	UIT4:	uitlaat 104	Inlaat			
Uitpost5	UIT5:	infiltratie				
uitpost6	UIT6:	verdamping	Verda mping			
4. Balansposten			K1	K2	K3	K4
In- en uitvoer concentratie of vracht	mg/l of kg/ kwartaal	vracht				

		Huidige situatie							
1. Algemeen		debiet (m3/kwartaal)				P-vracht (kg/kwartaal)			
		K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4
Posten waterbalans			393.79						
IN1: inlaat 300		923.906	4	359.779	481.933	170	29	15	38
IN2: inlaat 149_7			101.92						
		481.604	1	78.856	141.518	93	6	4	9
IN3: inlaat 118_2			246.93						
		125.746	3	331.379	127.859	14	22	23	6
IN4: inlaat 104			345.08						
		214.024	5	330.368	271.261	18	26	16	7
IN5: kwel			177.89						
		131.088	9	167.160	201.037	0	0	0	0
IN6: neerslag			853.18						
		724.128	3	659.094	1.011.015	0	0	0	0
UIT1: uitlaat 300			205.63						
		115.271	2	289.659	224.110	11	12	13	7
UIT2: uitlaat overig			155.33						
		100.198	2	189.144	104.972	12	15	12	4
UIT3: uitlaat 118_2			332.04						
		779.328	4	132.246	552.835	51	22	4	19
UIT4: uitlaat 104			263.67						
		778.892	5	67.662	467.468	51	17	2	16
UIT5: infiltratie			1.111.						
		826.807	726	1.104.801	885.237	112	101	65	44
UIT6: verdamping			0	50.405	143.122	0	0	0	0
restterm / sluitfout (pos = meer in dan uit)									
(check)	controle	0	0	0	0	57	-85	-39	-31
5. Watersamenstelling (bij voorkeur kwartaalgegevens invullen)		JAAR GEM	K1	K2	K3	K4			

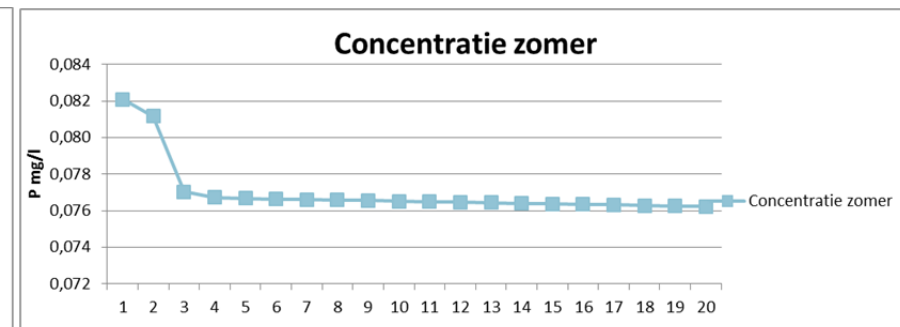
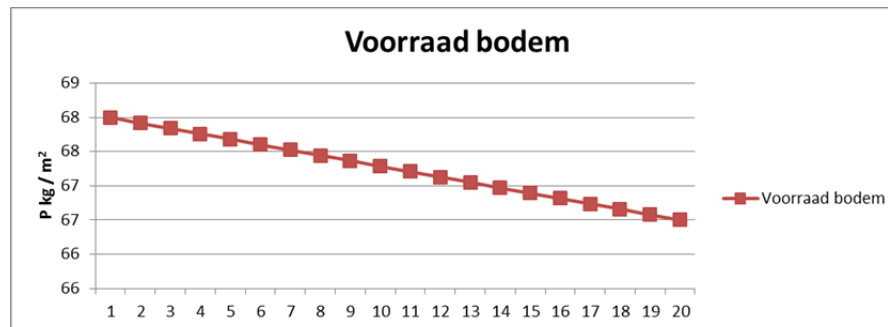
		Huidige situatie			
1. Algemeen					
Doorzicht (indien bekend)	m	0,70	0,80	0,50	0,75
Chlorofyl	µg/l	39,00	61,33	49,50	17,50
Anorganische zwevende deeltjes	mg/l				
Detritus	mg/l				
Concentratie zwevende stof	mg/l	16,53			
Concentratie P-totaal	mg/l	0,08	0,09	0,08	0,07
Concentratie P zwevend stof	mg/l	0,067	0,077	0,068	0,060
Ortho P	mg/l	0,013	0,010	0,010	0,010
Concentratie N totaal	mg/l	0,56	0,05	1,01	0,06
Concentratie sulfaat in systeem	mg/l	15,00	16,00	16,50	14,00
6. Kenmerken systeem		Welke parameters invullen? Nb het is mogelijk breuken in te voeren (bijv. onderhoud = 1.2)			
BZV	mg O ₂ /l	3,7	nee	zomergemiddelde	
Chloride	mg Cl/l	35,3	nee	zomergemiddelde	
Peildynamiek		1	ja	1=tegennatuurlijk 2=stabiel 3=natuurlijk	
Connectiviteit			nee	1=geïsoleerd 2=periodiek geïsoleerd 3=open verbinding	
Meandering			nee	1=recht+normprofiel 2=gestrekt+natuurlijker dwarsprofiel 3=zwak slingerend 4=slingerend 5=vrij meanderend	
Beschaduwing			nee	1=onbeschaduwd zonder ruigte op oevers 2=gedeeltelijk beschaduwd of ruigte op oever 3=grotendeels of geheel beschaduwd	
Verstuwing			nee	1=sterk gestuwd zonder vistrappen 2=gestuwd met vistrappen 3=ongestuwd	
Oeverinrichting		2	ja	1=beschoeid 2=steil 3=flauw/moerassig (NVO)	
Scheepvaart			nee	1=intensief bevaren 2 = niet of nauwelijks bevaren	

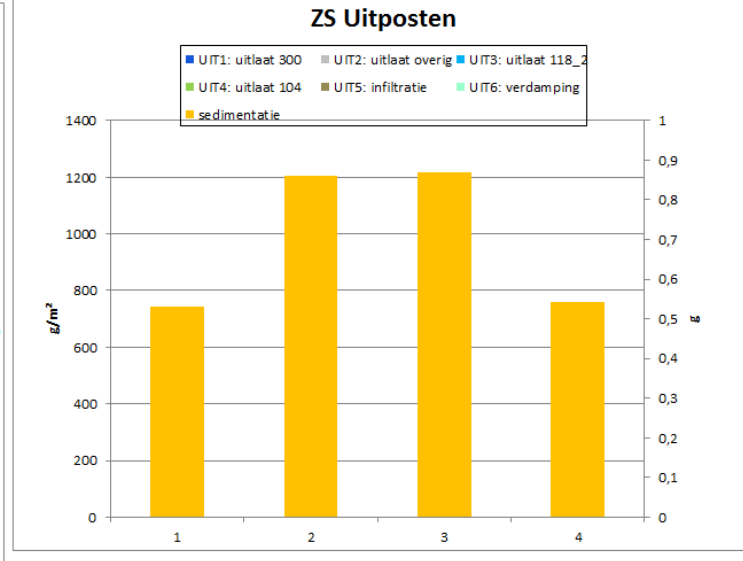
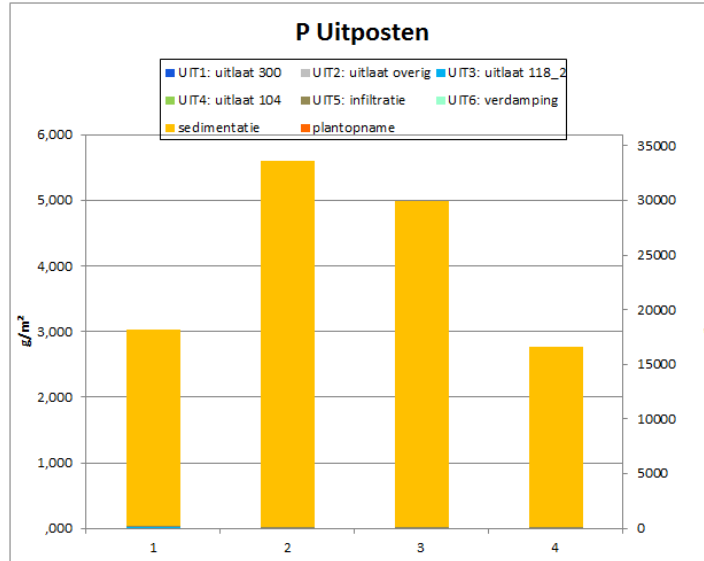
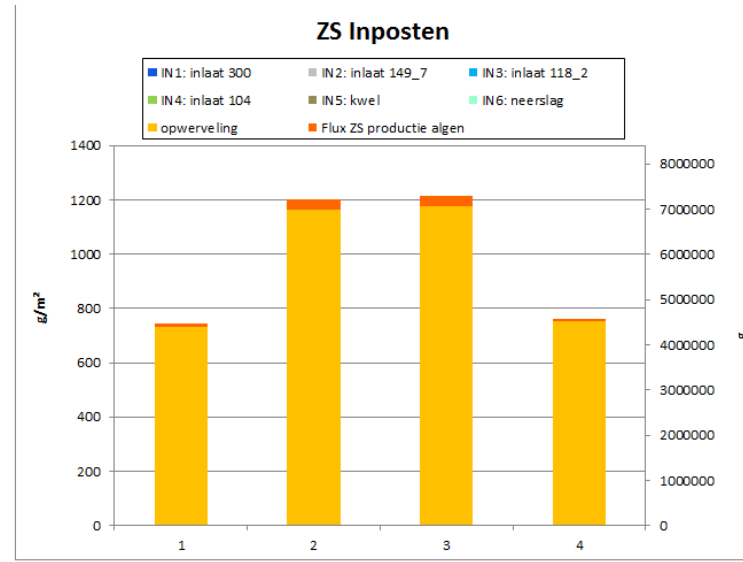
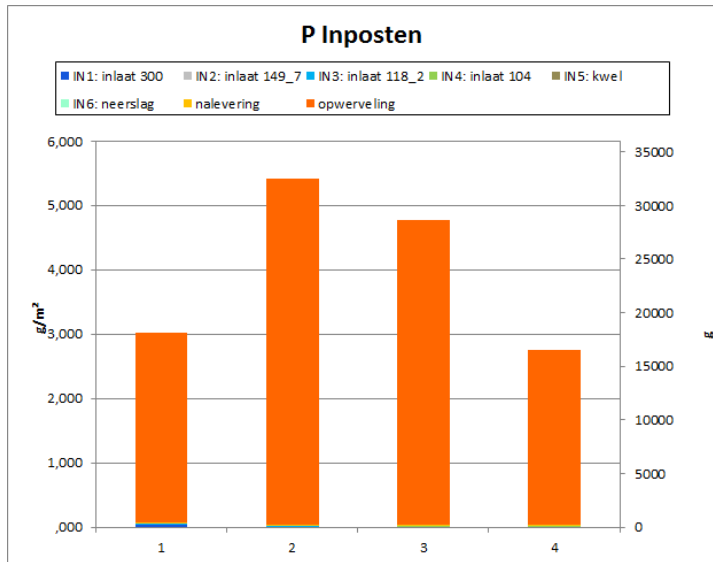
		Huidige situatie		
1. Algemeen				
Onderhoud			nee	1=intensief 2=extensief
Aanwezigheid benthivore vis	kg/ha	54,2	--> zie ook maatregeleninvoer -->	
Aantal schepen beroepsvaart	schepen/d			
Percentage van water wat wordt beïnvloed door beroepsvaart	fractie			
Aantal schepen recreatievaart	schepen/d			
Percentage van water wat wordt beïnvloed door recreatievaart	fractie			
Netto plant opname P o.b.v. kritische belasting of defaultwaarde)	g P/m ² /jaar			
Afvoer P (d.m.v. maaien, schonen)	g P/m ² /jaar			
baggeraanwas (agv afkalving, erosie, bladval of veenafbraak)	g ds/m ² /jaar			
P gehalte baggeraanwas(o.b.v. bladval, veen afbraak, erosie oevers)	g/kg ds			
7. Huidige situatie				
		KRW sheet	Meetdata	GEP
Macrofauna	EKR	0,43		0,6
Macrofyten	EKR	0,4		0,6
Vis	EKR	0,52		0,6
Fytoplankton	EKR	0,35		0,6
Totaal fosfaat (zomergemiddelde)	mg/l	0,07		0,09
Totaal stikstof (zomergemiddelde)	mg/l	2,32		1,3
Doorzicht (zomergemiddelde)	m	0,47		0,9

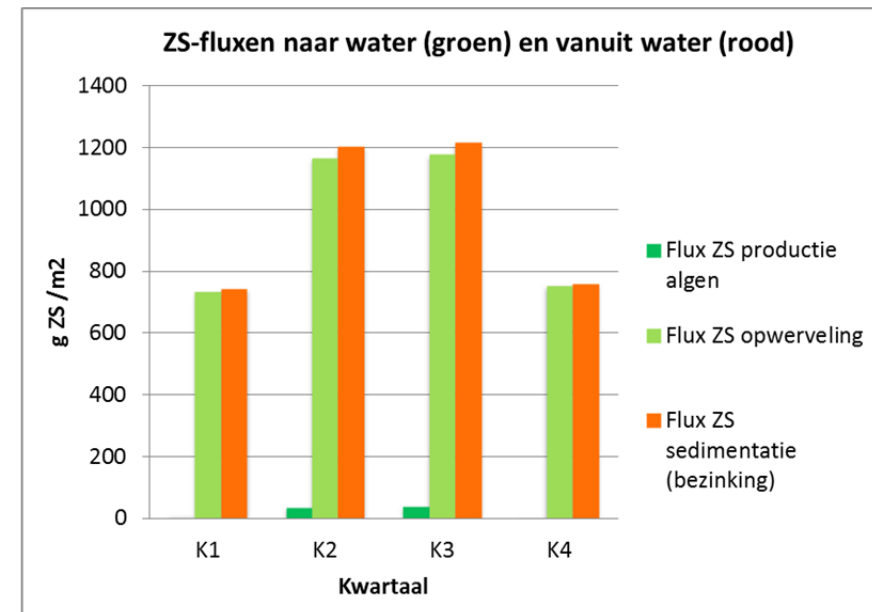
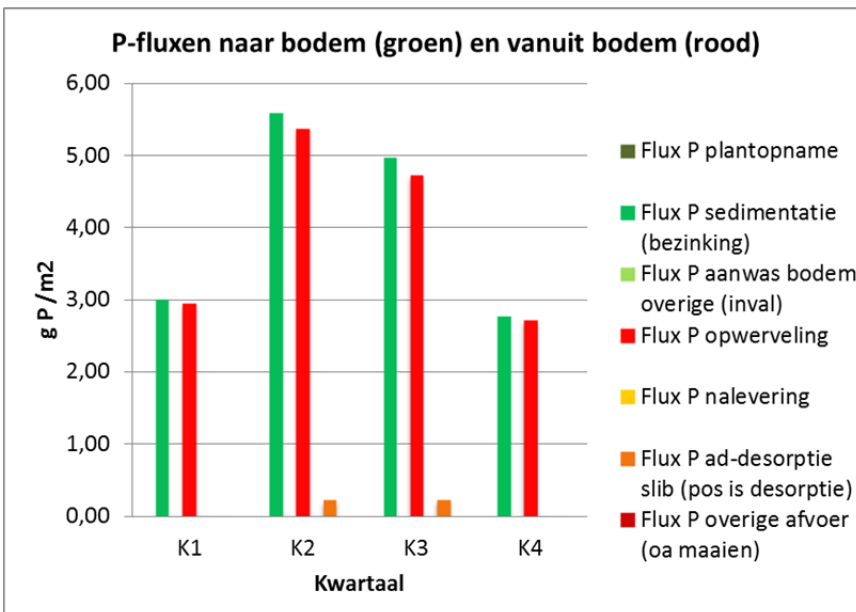
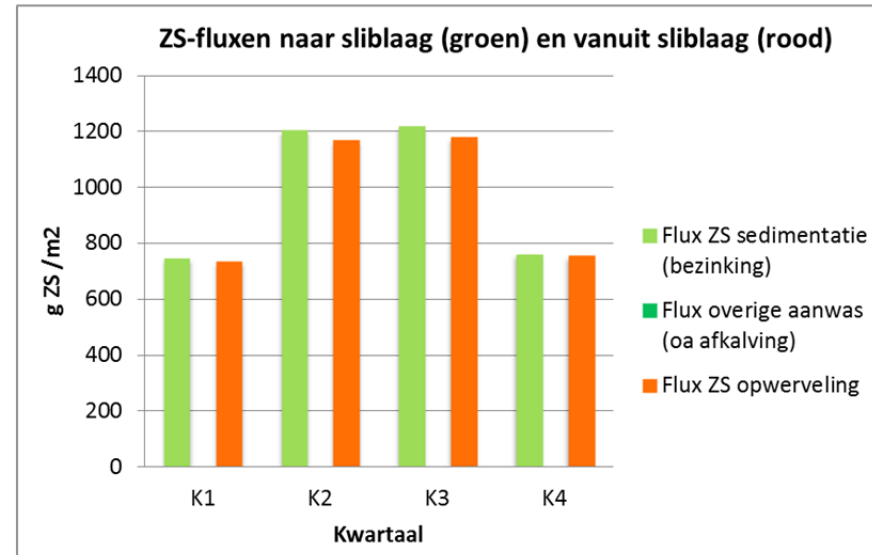
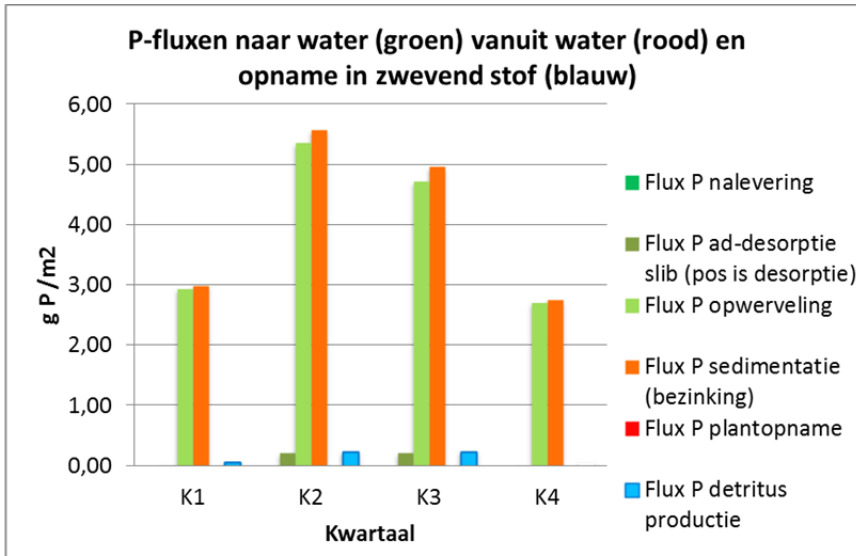
Bijlage 6.2 Resultaten

1e oordeel					
Bovenwilde	Diagnose				
Potentie nalevering?	verwaarloosbaar				
Doorzicht?	matig				
Chlorofyl	hoog				
1e oordeel	Geen BD: reduceer de externe belasting				
Interne en externe P belasting	jaargemiddeld/totaal	K1	K2	K3	K4
Interne belasting (% van totale belasting)	58,0	36,3	67,3	75,0	74,1
Externe belasting (% van totale belasting)	42,0	63,7	32,7	25,0	25,9
Interne belasting (absoluut in g P/m ²)	0,11	0,03	0,03	0,03	0,03
Externe belasting (absoluut in g P/m ²)	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Kritische belasting (absoluut in g P/m ²)	0,20				
Verblijftijd (dagen)	183,54	154,55	191,79	213,24	183,85
Maatregelen					
Maatregel	Zinvol?				
Contact nutriënten waterbodern en oppervlaktewater afsnijden	ja, in combinatie met baggeren				
Externe belasting omlaag	ja				
Vergroten P-bindingscapaciteit	ja				
Bron weghalen (baggeren)	ja, in combinatie met afdekken				
Opwerveling beperkende maatregelen	ja				
Beijzering	PM				
Reductie sulfaat / bicarbonaat	nee				
Check concentraties		K1	K2	K3	K4
Berekend	P (mg/l)	0,08	0,09	0,08	0,07
Gemeten	P (mg/l)	0,08	0,09	0,08	0,07
Berekend	N (mg/l)	#DEEL/0!	#DEEL/0!	#DEEL/0!	#DEEL/0!
Gemeten	N (mg/l)	0,563333333	0,05	1,01	0,055
Berekend	Zwevend stof (mg/l)	16,53	16,53	16,53	16,53
Gemeten	Zwevend stof (mg/l)	16,53	16,53	16,53	16,53

Resultaten							
Maatlat	Huidige situatie		Data gemeten	Bodemdiagnose berekend	Autonome ontwikkeling		GEP
	KRW-sheet gemeten				na 2 jaar	na 10 jaar	
Macrofauna	0,43			0,40	0,40	0,40	0,6
Macrofyten	0,4			0,41	0,41		0,6
Vis	0,52			0,42	0,42		0,6
Fytoplankton	0,35			0,49	0,49		0,6
Totaal fosfaat (zomergemiddelde) mg/l	0,07			0,08	0,08	0,08	0,09
Totaal stikstof (zomergemiddelde) mg/l	2,32			2,32	2,32	2,32	1,3
Doorzicht (zomergemiddeld) m	0,47			0,51	0,51	0,51	0,9
Risicozuurstofloosheid door slib	-		-	hoog risico			
Autonome ontwikkelingen							







Bijlage 7 Slibdiagnose Giethoornse Meer

Bijlage 7.1 Invoer

1. Algemeen		Huidige situatie			
Naam systeem		Giethoornse Meer			
Fosfaatbalans		ja			
Nitraatbalans		nee			
KRW type		M27	t.b.v. berekenen EKR		
Water systeem type		meer	t.b.v. type watersysteem analyse		
Specificatie		plassen	t.b.v. bepalen risico zuurstofloosheid		
Kwartaal		K1	K2	K3	K4
Oppervlakte watersysteem (opp. water)	m2	6136875	6136875	6136875	6136875
Dominante leggerdiepte	m	1,49			
Gemiddelde waterdiepte	m	1,39			
KRW norm P (t.b.v. nalevering)	mg/l	0,09	Indien je hier niks invoert wordt uitgegaan van een default norm (0.15 mg/l MTR)		
Norm doorzicht	m	0,90	Indien je hier niks invoert wordt uitgegaan van een default norm (0.9 m doorzicht)		
Kritische belasting	g P/m2/j	0,20			
2. Bodem					
P-sed	g P /kg ds	0,68			
Fe-sed	g Fe /kg ds	18,05			
Of: P-sed / Fe-sed					
P-sed onder de sliblaag	g P /kg ds	2,35			
Kwartaal		K1	K2	K3	K4
Bodemvocht	mg P / l	0,19	0,19	0,19	0,19
Methode nalevering		Bodemvocht			
Dikte sliblaag	m	0,1			
Organische externe belasting					
Type		bodem met slib	t.b.v. bepalen risico zuurstofloosheid		
Stevigheid waterbodem		slap	t.b.v. balans en maatregelen		

1. Algemeen		Huidige situatie							
Stevigheid waterbodembodem onder sliblaag		slap	t.b.v. balans en maatregelen						
Matrix		veen	t.b.v. balans en maatregelen						
Matrix waterbodembodem onder sliblaag		veen	t.b.v. balans en maatregelen						
3. Balansposten naamgeving									
Inposten		posten invullen	suggestie						
Inpost 1	IN1:	inlaat 214	Inlaat						
Inpost 2	IN2:	inlaat 8_2	Inlaat						
Inpost 3	IN3:	inlaat overig	Inlaat						
Inpost 4	IN4:	inlaat 243	Inlaat						
Inpost 5	IN5:	kwel							
Inpost 6	IN6:	neerslag							
Uitposten		posten invullen	suggestie						
Uitpost1	UIT1:	uitlaat 214	Inlaat						
Uitpost2	UIT2:	uitlaat overig	Inlaat						
Uitpost3	UIT3:	uitlaat 243	Inlaat						
Uitpost4	UIT4:	infiltratie	Inlaat						
Uitpost5	UIT5:								
Uitpost6	UIT6:	verdamping	Verdamping						
4. Balansposten		K1	K2	K3	K4				
In- en uitvoer concentratie of vracht	mg/l of kg/kwartaal	vracht							
Posten waterbalans		debiet (m3/kwartaal)				P-vracht (kg/kwartaal)			
		K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4
IN1: inlaat 214		8.007.465	3.597.855	1.626.236	5.983.126	1.426	264	56	586
IN2: inlaat 8_2		1.614.980	1.200.810	777.456	1.452.738	87	64	30	41
IN3: inlaat overig		231.786	122.845	99.779	239.825	27	9	4	12
IN4: inlaat 243		888.986	2.121.871	3.317.043	1.102.878	131	226	218	48

		Huidige situatie							
1. Algemeen									
IN5: kwel		133.173	179.967	174.698	207.276	0	0	0	0
IN6: neerslag		762.167	959.831	741.481	1.102.923	0	0	0	0
UIT1: uitlaat 214		381.403	1.201.660	2.390.641	555.709	61	114	105	19
UIT2: uitlaat overig		472.074	541.388	584.455	391.937	73	56	34	17
UIT3: uitlaat 243		9.643.040	4.942.606	2.195.286	7.935.409	1.397	419	118	524
UIT4: infiltratie		1.142.040	1.460.496	1.462.045	1.205.711	180	137	77	68
UIT5:									
UIT6: verdamping		0	37.028	104.266	0	0	0	0	0
restterm / sluitfout (pos = meer in dan uit) (check)	controle	0	0	0	0	-41	-163	-25	59
5. Watersamenstelling (bij voorkeur kwartaalgegevens invullen)		JAAR GEM	K1	K2	K3	K4			
Doorzicht (indien bekend)	m		0,40	0,71	0,50	0,56			
Chlorofyl	µg/l		35,00	28,64	49,40	35,00			
Anorganische zwevende deeltjes	mg/l								
Detritus	mg/l								
Concentratie zwevende stof	mg/l	15,03							
Concentratie P-totaal	mg/l		0,15	0,07	0,11	0,10			
Concentratie P zwevend stof	mg/l		0,08	0,06	0,09	0,07			
Ortho P	mg/l		0,07	0,01	0,01	0,03			
Concentratie N totaal	mg/l								
Concentratie sulfaat in systeem	mg/l	20,95	29,00	19,50	20,75	21,00			
6. Kenmerken systeem		Welke parameters invullen? Nb het is mogelijk breuken in te voeren (bijv. onderhoud = 1.2)							

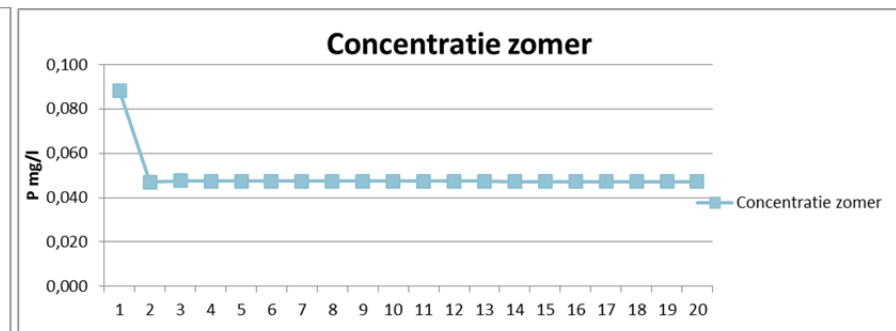
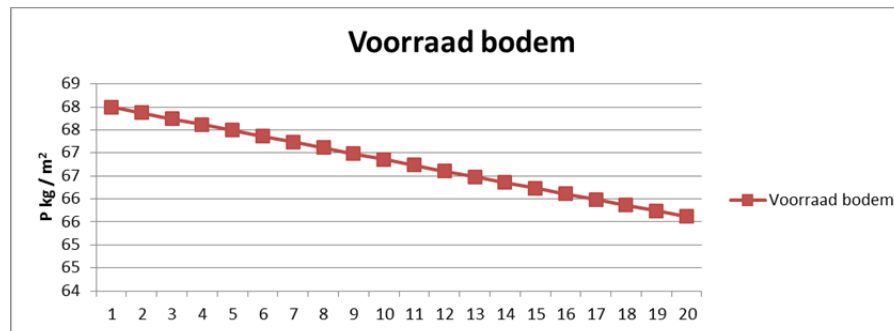
1. Algemeen		Huidige situatie		
BZV	mg O ₂ /l	2,7	nee	zomergemiddelde
Chloride	mg Cl/l	48,1	nee	zomergemiddelde
Peildynamiek		1	ja	1=tegennatuurlijk 2=stabiël 3=natuurlijk
Connectiviteit			nee	1=geïsoleerd 2=periodiek geïsoleerd 3=open verbinding
Meandering			nee	1=recht+normprofiel 2=gestrekt+natuurlijker dwarsprofiel 3=zwak slingerend 4 =slingerend 5=vrij meanderend
Beschaduwing			nee	1=onbeschaduwd zonder ruigte op oevers 2=gedeeltelijk beschaduwd of ruigte op oever 3=grotendeels of geheel beschaduwd
Verstuwing			nee	1=sterk gestuwd zonder vistrappen 2=gestuwd met vistrappen 3=ongestuwd
Oeverinrichting		2	ja	1=beschoeid 2=steil 3=flauw/moerassig (NVO)
Scheepvaart			nee	1=intensief bevaren 2 = niet of nauwelijks bevaren
Onderhoud			nee	1=intensief 2=extensief
Aanwezigheid benthivore vis	kg/ha	54,2		--> zie ook
Aantal schepen beroepsvaart	schepen/d			maatregeleninvoer -->
Percentage van water wat wordt beïnvloed door beroepsvaart	fractie			
Aantal schepen recreatievaart	schepen/d			
Percentage van water wat wordt beïnvloed door recreatievaart	fractie			
Netto plant opname P o.b.v. kritische belasting of defaultwaarde)	g P/m ² /jaar			
Afvoer P (d.m.v. maaien, schonen)	g P/m ² /jaar			
baggeraanwas (agv afkalving, erosie, bladval of veenafbraak)	g ds /m ² /jaar			

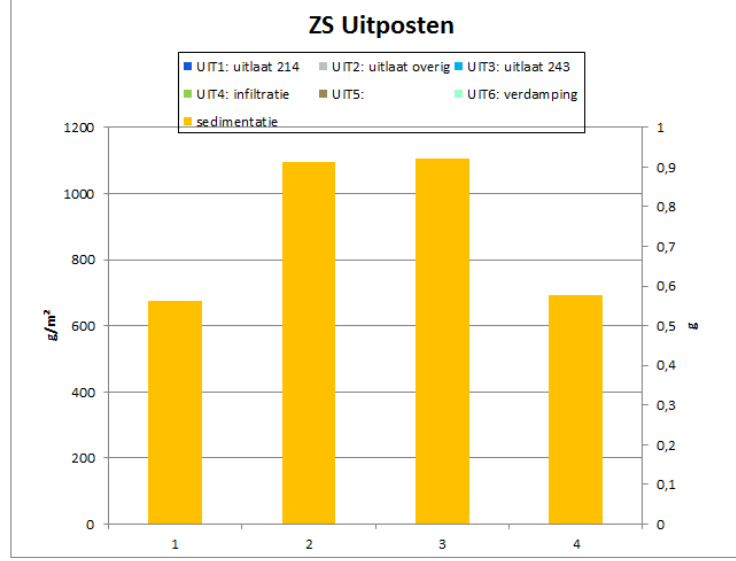
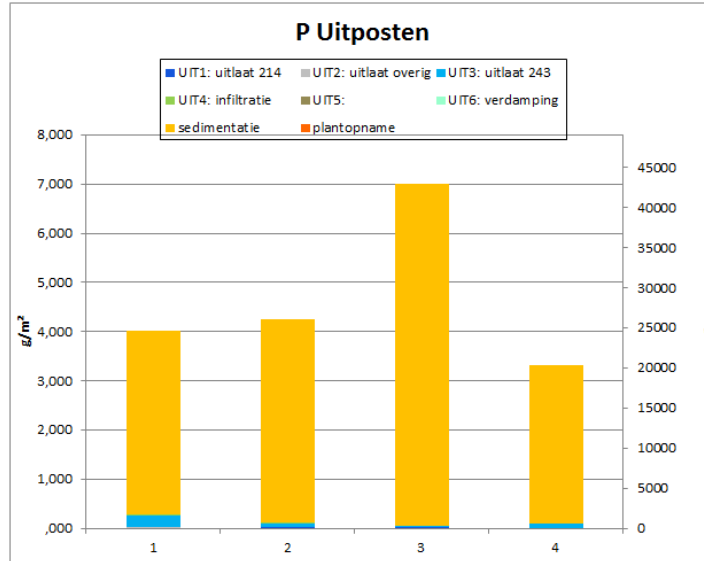
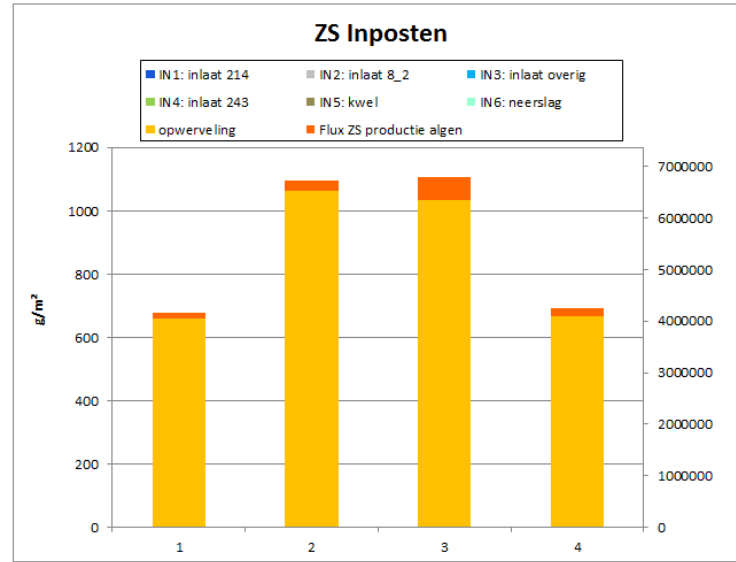
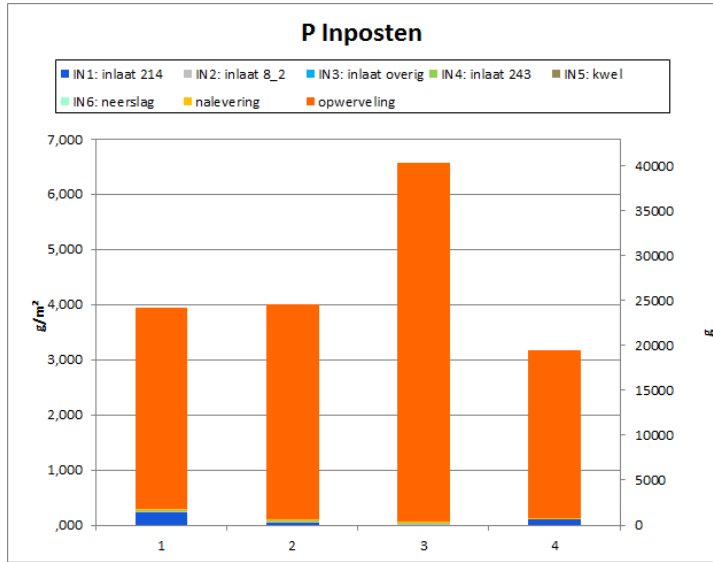
		Huidige situatie		
1. Algemeen				
P gehalte baggeraanwas(o.b.v. bladval, veen afbraak, erosie oevers)	g/kg ds			
7. Huidige situatie				
		KRW sheet	Meetdata	GEP
Macrofauna	EKR	0,43		0,6
Macrofyten	EKR	0,4		0,6
Vis	EKR	0,52		0,6
Fytoplankton	EKR	0,35		0,6
Totaal fosfaat (zomergemiddelde)	mg/l	0,07		0,09
Totaal stikstof (zomergemiddelde)	mg/l	2,32		1,3
Doorzicht (zomergemiddelde)	m	0,47		0,9

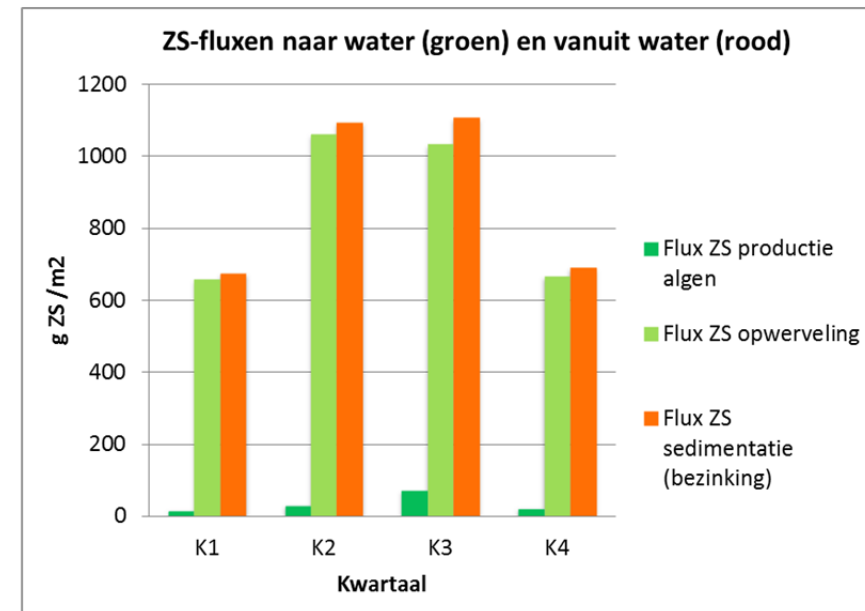
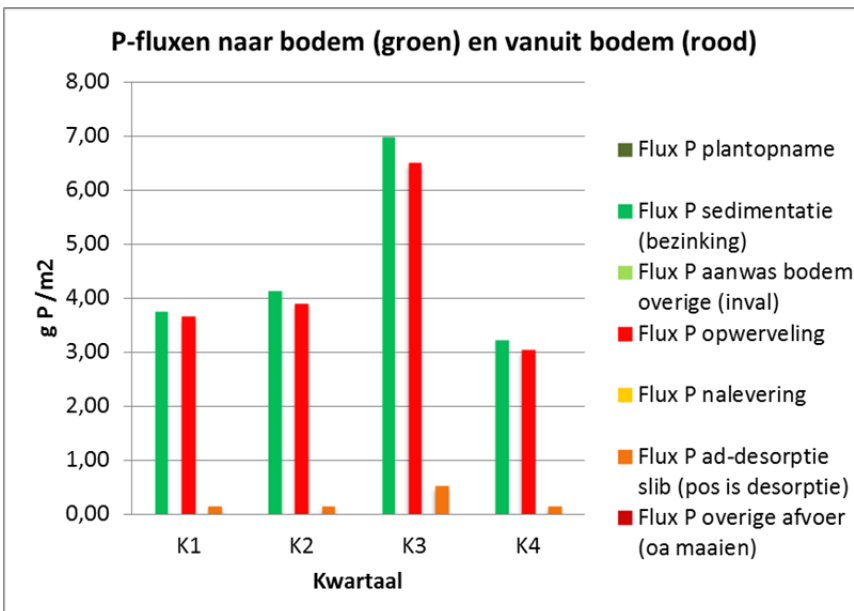
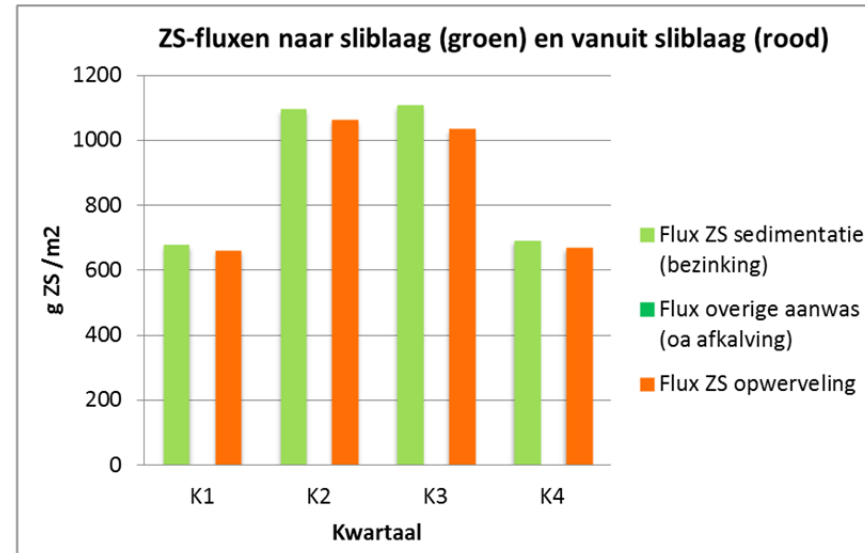
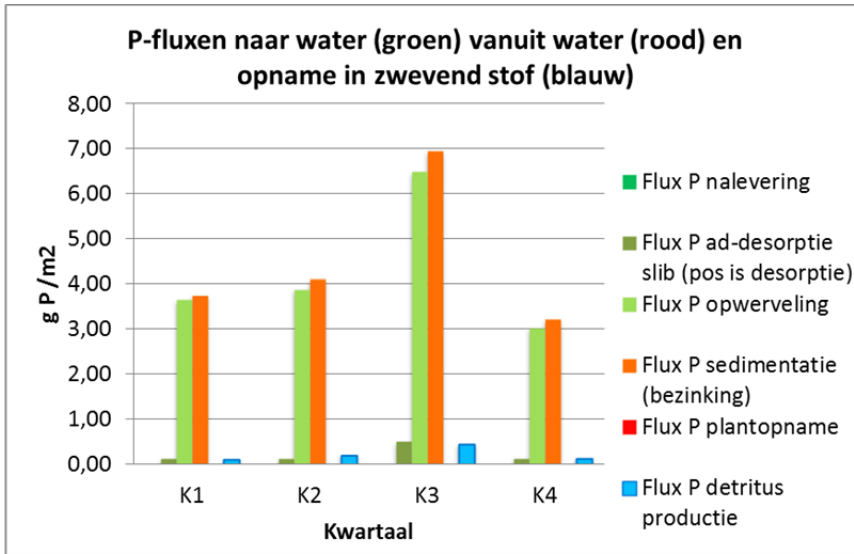
Bijlage 7.2 Resultaten

1e oordeel						
Giethoornse Meer	Diagnose					
Potentie nalevering?	verwaarloosbaar					
Doorzicht?	matig					
Chlorofyl	middel					
1e oordeel	Geen BD: reduceer de externe belasting					
Interne en externe P belasting		jaargemiddeld/totaal	K1	K2	K3	K4
Interne belasting (% van totale belasting)		12,9	6,6	17,5	28,1	14,9
Externe belasting (% van totale belasting)		87,1	93,4	82,5	71,9	85,1
Interne belasting (absoluut in g P/m ²)		0,08	0,02	0,02	0,02	0,02
Externe belasting (absoluut in g P/m ²)		0,5	0,3	0,1	0,1	0,1
Kritische belasting (absoluut in g P/m ²)		0,20				
Verblijftijd (dagen)		85,00	66,00	94,90	116,55	77,82
Maatregelen						
Maatregel	Zinvol?					
Contact nutriënten waterbodem en oppervlaktewater afsnijden	ja, in combinatie met baggeren					
Externe belasting omlaag	ja					
Vergroten P-bindingscapaciteit	ja					
Bron weghalen (baggeren)	ja, in combinatie met afdekken					
Opwerveling beperkende maatregelen	ja					
Beijzering	PM					
Reductie sulfaat / bicarbonaat	nee					
Check concentraties		K1	K2	K3	K4	
Berekend	P (mg/l)	0,15	0,07	0,11	0,10	
Gemeten	P (mg/l)	0,15	0,07	0,11	0,10	
Berekend	N (mg/l)	#DEEL/0!	#DEEL/0!	#DEEL/0!	#DEEL/0!	
Gemeten	N (mg/l)	0	0	0	0	
Berekend	Zwevend stof (mg/l)	15,03	15,03	15,03	15,03	
Gemeten	Zwevend stof (mg/l)	15,03	15,03	15,03	15,03	

Resultaten						
Maatlat	Huidige situatie KRW-sheet gemeten	Data gemeten	Bodendiagnose berekend	Autonome ontwikkeling		GEP
				na 2 jaar	na 10 jaar	
Macrofauna	0,43		0,40	0,40	0,40	0,6
Macrofyten	0,4		0,41	0,48		0,6
Vis	0,52		0,42	0,42		0,6
Fytoplankton	0,35		0,49	0,72	0,72	0,6
Totaal fosfaat (zomergemiddelde) mg/l	0,07		0,09	0,05	0,05	0,09
Totaal stikstof (zomergemiddelde) mg/l	2,32		2,32	2,32	2,32	1,3
Doorzicht (zomergemiddeld) m	0,47		0,59	0,59	0,59	0,9
Risicozuurstofloosheid door slib	-	-	hoog risico			
Autonome ontwikkelingen						







Bijlage 8 Slibdiagnose Belterwijde West

Bijlage 8.1 Invoer

1. Algemeen		Huidige situatie			
Naam systeem		Belterwijde West			
Fosfaatbalans		ja			
Nitraatbalans		nee			
KRW type		M27	t.b.v. berekenen EKR		
Water systeem type		meer	t.b.v. type watersysteem analyse		
Specificatie		plassen	t.b.v. bepalen risico zuurstofloosheid		
Kwartaal		K1	K2	K3	K4
Oppervlakte watersysteem (opp. water)	m2	5274931	5274931	5274931	5274931
Dominante leggerdiepte	m	1,80			
Gemiddelde waterdiepte	m	1,70			
KRW norm P (t.b.v. nalevering)	mg/l	0,09	Indien je hier niks invoert wordt uitgegaan van een default norm (0.15 mg/l MTR)		
Norm doorzicht	m	0,90	Indien je hier niks invoert wordt uitgegaan van een default norm (0.9 m doorzicht)		
Kritische belasting	g P/m2/j	0,20			
2. Bodem					
P-sed	g P /kg ds	0,72			
Fe-sed	g Fe /kg ds	22,76			
Of: P-sed / Fe-sed					
P-sed onder de sliblaag	g P /kg ds	2,35			
Kwartaal		K1	K2	K3	K4
Bodemvocht	mg P / l	2,14	2,14	2,14	2,14
Methode nalevering		Bodemvocht			
Dikte sliblaag	m	0,1			
Organische externe belasting					
Type		bodem met slib	t.b.v. bepalen risico zuurstofloosheid		

1. Algemeen		Huidige situatie							
Stevigheid waterbodem		slap	t.b.v. balans en maatregelen						
Stevigheid waterbodem onder sliblaag		slap	t.b.v. balans en maatregelen						
Matrix		veen	t.b.v. balans en maatregelen						
Matrix waterbodem onder sliblaag		veen	t.b.v. balans en maatregelen						
3. Balansposten naamgeving									
Inposten		posten invullen	suggestie						
Inpost 1	IN1:	inlaat oost	Inlaat						
Inpost 2	IN2:	inlaat west	Inlaat						
Inpost 3	IN3:	neerslag	Inlaat						
Inpost 4	IN4:		Inlaat						
Inpost 5	IN5:								
Inpost 6	IN6:								
Uitposten		posten invullen	suggestie						
Uitpost1	UIT1:	uitlaat oost	Inlaat						
Uitpost2	UIT2:	uitlaat west	Inlaat						
Uitpost3	UIT3:		Inlaat						
Uitpost4	UIT4:		Inlaat						
Uitpost5	UIT5:								
Uitpost6	UIT6:	verdamping	Verdamping						
4. Balansposten		K1	K2	K3	K4				
In- en uitvoer concentratie of vracht		vracht							
Posten waterbalans		debit (m3/kwartaal)				P-vracht (kg/kwartaal)			
		K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4
IN1: inlaat oost		379.715	272.083	276.248	118.327	41	16	18	10
IN2: inlaat west		881.721	1.431.733	1.427.159	1.443.731	154	99	104	138

1. Algemeen		Huidige situatie							
IN3: neerslag		201.029	0	0	175.172	0	0	0	0
IN4:									
IN5:									
IN6:									
UIT1: uitlaat oost		876.324	979.863	745.712	1.348.869	75	60	46	84
UIT2: uitlaat west		586.141	632.295	715.498	388.361	49	37	44	24
UIT3:									
UIT4:									
UIT5:									
UIT6: verdamping		0	91.658	242.198	0	0	0	0	0
restterm / sluitfout (pos = meer in dan uit) (check)	controle	0	0	0	0	71	19	33	39
5. Watersamenstelling (bij voorkeur kwartaalgegevens invullen)		JAAR GEM	K1	K2	K3	K4			
Doorzicht (indien bekend)	m	0,50	0,86	0,63	0,89				
Chlorofyl	µg/l	23,23	21,92	25,00	12,00				
Anorganische zwevende deeltjes	mg/l								
Detritus	mg/l								
Concentratie zwevende stof	mg/l	12,19							
Concentratie P-totaal	mg/l	0,084	0,060	0,062	0,055				
Concentratie P zwevend stof	mg/l	0,063	0,050	0,051	0,042				
Ortho P	mg/l	0,020	0,010	0,010	0,013				
Concentratie N totaal	mg/l	1,490	1,732	1,374	1,095				
Concentratie sulfaat in systeem	mg/l				22,64				

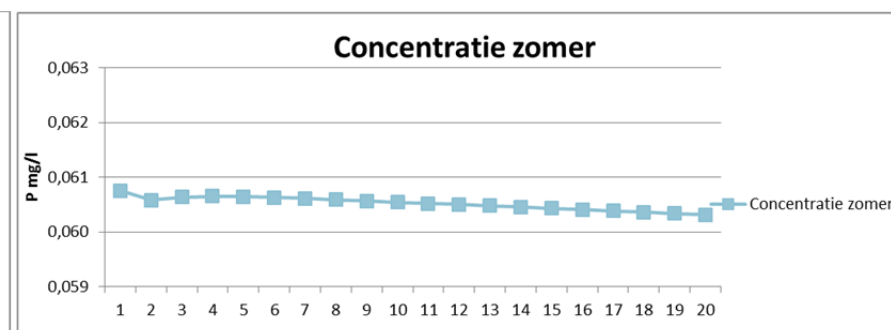
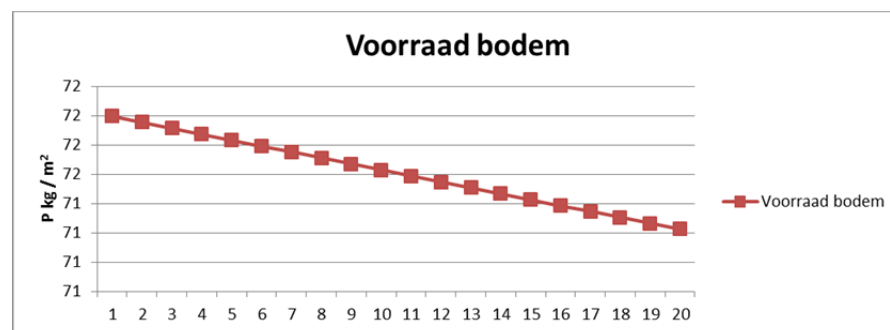
1. Algemeen		Huidige situatie		
		19,20	20,00	21,57
6. Kenmerken systeem		Welke parameters invullen? Nb het is mogelijk breuken in te voeren (bijv. onderhoud = 1.2)		
BZV	mg O ₂ /l	2,4	nee	zomergemiddelde
Chloride	mg Cl/l	36,5	nee	zomergemiddelde
Peildynamiek		1	ja	1=tegenatuurlijk 2=stabiel 3=natuurlijk
Connectiviteit			nee	1=geïsoleerd 2=periodiek geïsoleerd 3=open verbinding
Meandering			nee	1=recht+normprofiel 2=gestrekt+natuurlijker dwarsprofiel 3=zwak slingerend 4=slingerend 5=vrij meanderend
Beschaduwing			nee	1=onbeschaduwd zonder ruigte op oevers 2=gedeeltelijk beschaduwd of ruigte op oever 3=grotendeels of geheel beschaduwd
Verstuwing			nee	1=sterk gestuwd zonder vistrappen 2=gestuwd met vistrappen 3=ongestuwd
Oeverinrichting		2	ja	1=beschoeid 2=steil 3=flauw/moerassig (NVO)
Scheepvaart			nee	1=intensief bevaren 2 = niet of nauwelijks bevaren
Onderhoud			nee	1=intensief 2=extensief
Aanwezigheid benthivore vis	kg/ha	54,2	--> zie ook	
Aantal schepen beroepsvaart	schepen/d		maatregeleninvoer -->	
Percentage van water wat wordt beïnvloed door beroepsvaart	fractie			
Aantal schepen recreatievaart	schepen/d			
Percentage van water wat wordt beïnvloed door recreatievaart	fractie			
Netto plant opname P o.b.v. kritische belasting of defaultwaarde)	g P/m ² /jaar			
Afvoer P (d.m.v. maaien, schonen)	g P/m ² /jaar			
baggeraanwas (agv afkalving, erosie, bladval of veenafbraak)	g ds			

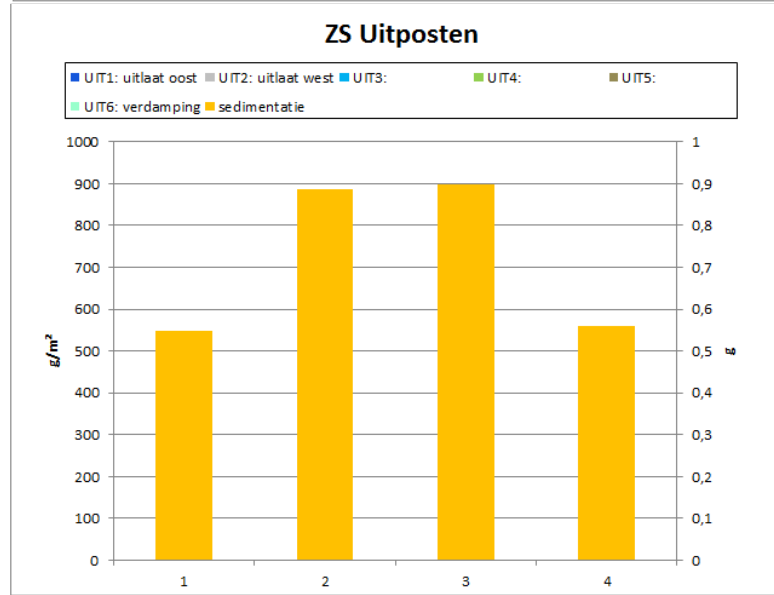
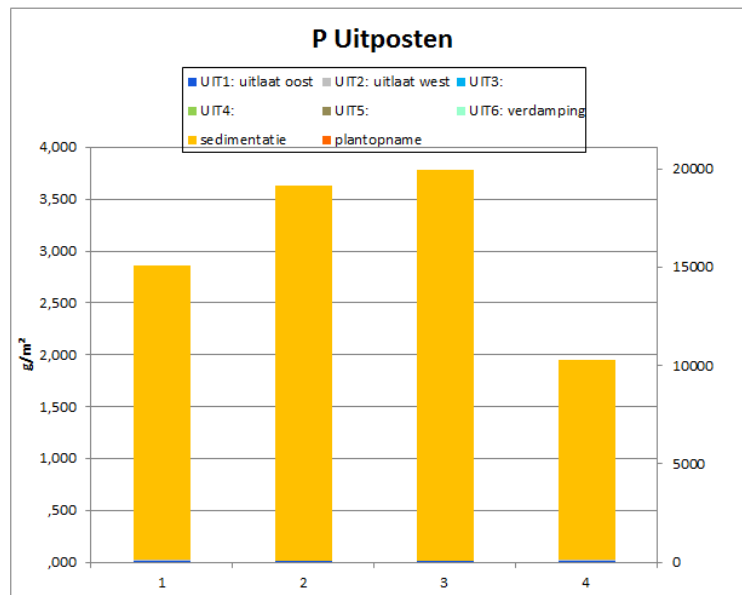
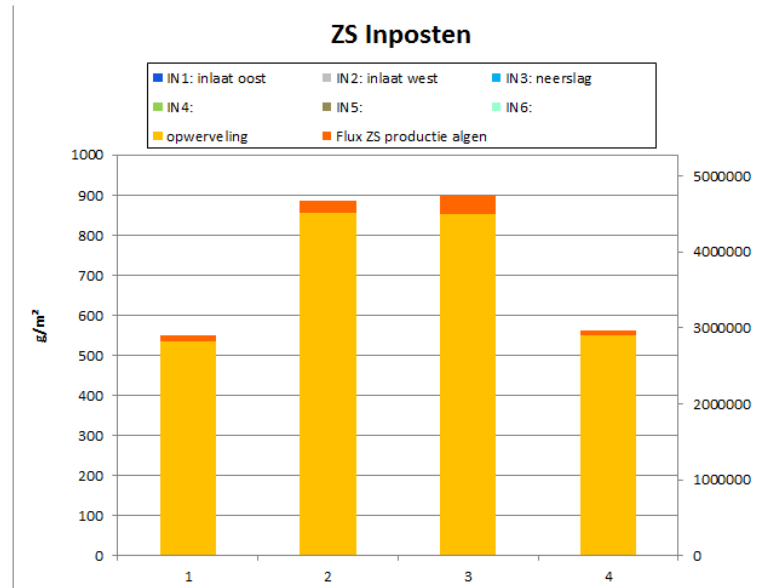
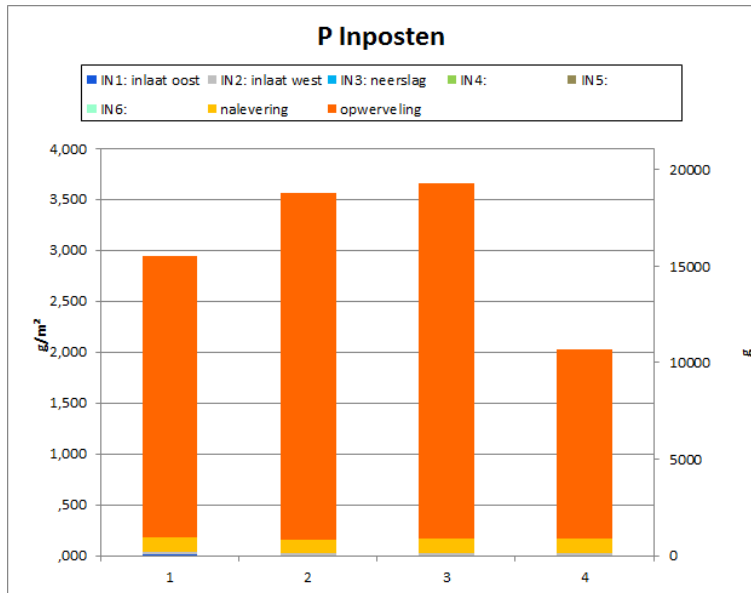
1. Algemeen		Huidige situatie		
P gehalte baggeraanwas(o.b.v. bladval, veen afbraak, erosie oevers)	/m2/jaar g/kg ds			
7. Huidige situatie		KRW sheet	Meetdata	GEP
Macrofauna	EKR	0,43		0,6
Macrofyten	EKR	0,4		0,6
Vis	EKR	0,52		0,6
Fytoplankton	EKR	0,35		0,6
Totaal fosfaat (zomergemiddelde)	mg/l	0,07		0,09
Totaal stikstof (zomergemiddelde)	mg/l	2,32		1,3
Doorzicht (zomergemiddelde)	m	0,47		0,9

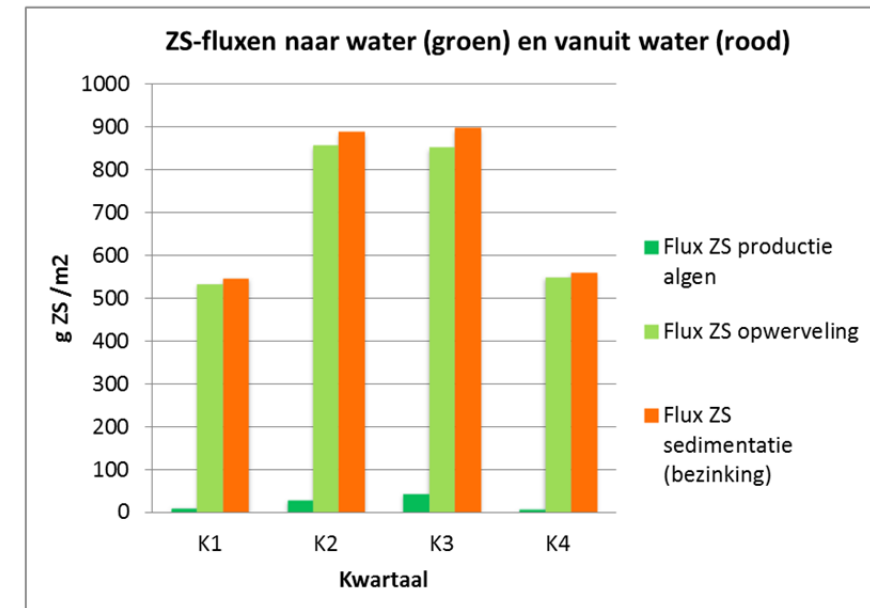
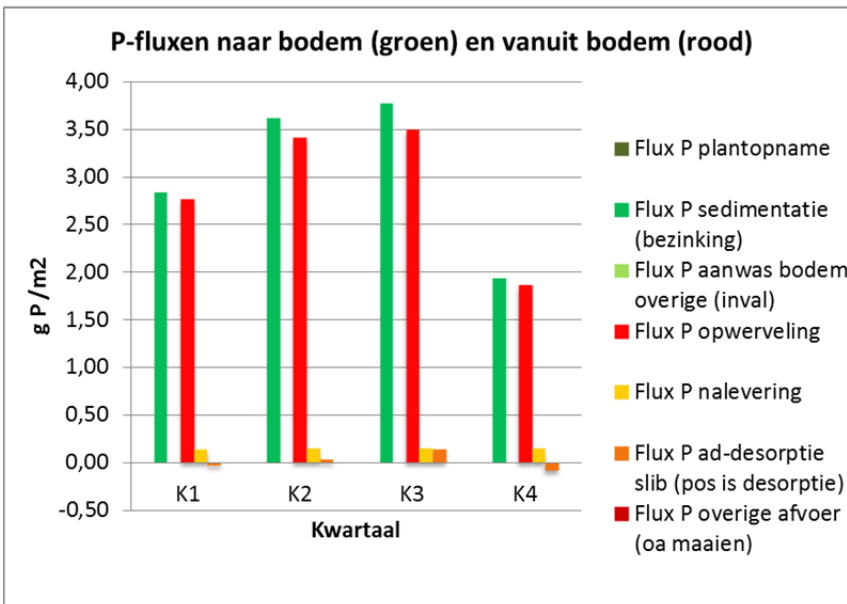
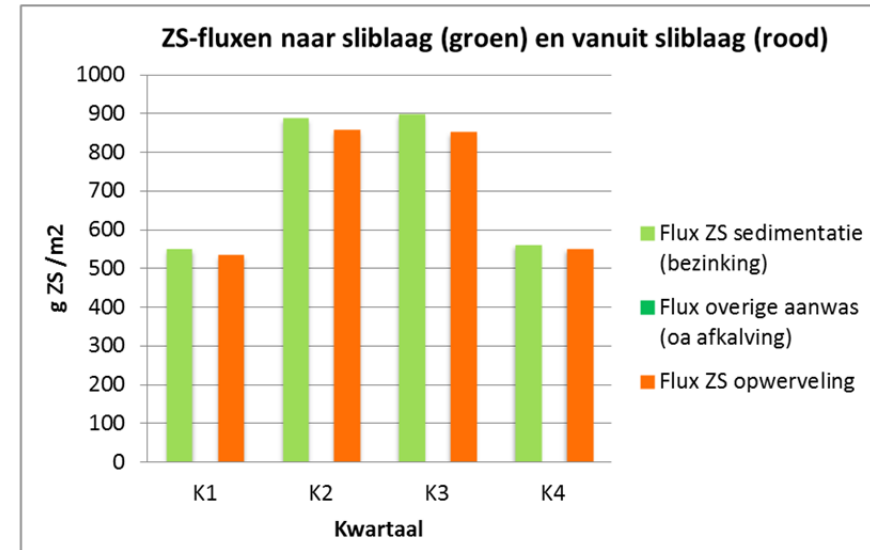
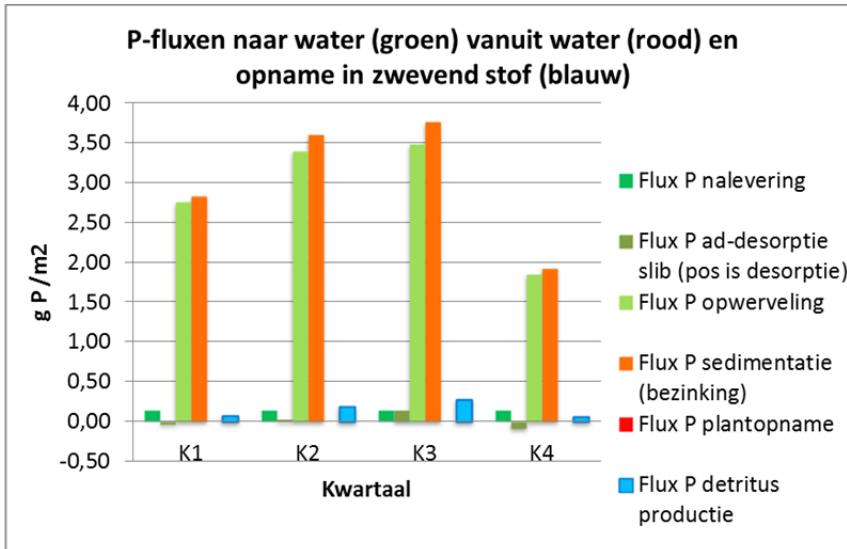
Bijlage 8.2 Resultaten

1e oordeel						
Belterwilde West	Diagnose					
Potentie nalevering?	verwaarloosbaar					
Doorzicht?	matig					
Chlorofyl	laag					
1e oordeel	BD voor zwevend stof					
Interne en externe P belasting		jaargemiddeld/totaal	K1	K2	K3	K4
Interne belasting (% van totale belasting)		83,5	78,7	86,4	85,8	83,3
Externe belasting (% van totale belasting)		16,5	21,3	13,6	14,2	16,7
Interne belasting (absoluut in g P/m2)		0,55	0,14	0,14	0,14	0,14
Externe belasting (absoluut in g P/m2)		0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Kritische belasting (absoluut in g P/m2)		0,20				
Verblijftijd (dagen)		495,40	551,85	478,94	484,32	474,89
Maatregelen						
Maatregel	Zinvol?					
Contact nutriënten waterbodem en oppervlaktewater afsnijden	ja, in combinatie met baggeren					
Externe belasting omlaag	ja					
Vergroten P-bindingscapaciteit	ja					
Bron weghalen (baggeren)	ja, in combinatie met afdekken					
Opwerveling beperkende maatregelen	ja					
Beijzering	PM					
Reductie sulfaat / bicarbonaat	nee					
Check concentraties		K1	K2	K3	K4	
Berekend	P (mg/l)	0,08	0,06	0,06	0,06	
Gemeten	P (mg/l)	0,08	0,06	0,06	0,06	
Berekend	N (mg/l)	#DEEL/0!	#DEEL/0!	#DEEL/0!	#DEEL/0!	
Gemeten	N (mg/l)	1,49	1,732222222	1,373809524	1,094545455	
Berekend	Zwevend stof (mg/l)	12,19	12,19	12,19	12,19	
Gemeten	Zwevend stof (mg/l)	12,19	12,19	12,19	12,19	
Resultaten						

Maatlat	KRW-sheet gemeten	Huidige situatie	Data gemeten	Bodemdiagnose berekend	Autonome ontwikkeling		GEP
					na 2 jaar	na 10 jaar	
Macrofauna		0,43		0,40	0,40	0,40	0,6
Macrofyten		0,4		0,48	0,48		0,6
Vis		0,52		0,42	0,42		0,6
Fytoplankton		0,35		0,49	0,49		0,6
Totaal fosfaat (zomergemiddelde) mg/l		0,07		0,06	0,06	0,06	0,09
Totaal stikstof (zomergemiddelde) mg/l		2,32		2,32	2,32	2,32	1,3
Doorzicht (zomergemiddeld) m		0,47		0,74	0,74	0,74	0,9
Risicozuurstofloosheid door slib	-		-	hoog risico			
Autonome ontwikkelingen							







Colofon

BAGGERNUT OPSCHALING WIEDEN

OPDRACHTGEVER:

Waterschap Reest en Wieden

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

dr.ir. H. van de Weerd

ir. E. Tietema

GECONTROLEERD DOOR:

ing. H.R.J.S. Talens

VRIJGEGEVEN DOOR:

ing. H.R.J.S. Talens

31 mei 2012

076452476:0.15

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.