

**BAGGERNUT WATERSYSTEEMANALYSE
OLDAMBTMEER**

WATERSCHAP HUNZE EN AA'S

13 juli 2012
076412117:C - Definitief
C01012.100059.0120



Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	het project baggernut	3
1.2	watersysteemanalyse.....	4
1.3	Slibdiagnose	5
1.4	Locatie Oldambtmeer van Waterschap Hunze en Aa's.....	6
1.5	Leeswijzer	6
2	Beschrijving watersysteem	7
2.1	Watersysteem.....	7
2.2	Toestand (KRW) en KRW doelstelling.....	16
2.2.1	KRW	16
2.3	De relatie tussen chemie en ecologie volgens de KRW-verkenner tool.....	17
2.4	Maatregelen.....	18
2.5	Functie gebruik beheer en onderhoud	18
3	Analyse	21
3.1	Opzet watersysteemanalyse.....	21
3.2	Waterbalans.....	21
3.2.1	Methoden en basisgegevens.....	21
3.2.2	Resultaten en discussie.....	22
3.3	Stoffenbalans	23
3.3.1	Methoden en gegevens.....	23
3.4	Resultaten en discussie	26
3.5	Interne en externe belasting (g/m ² /jaar).....	28
4	Slibdiagnose	31
5	Conclusie en aanbevelingen	37
5.1	Conclusies	37
5.2	Aanbevelingen	38
6	Referenties	39
Bijlage 1	Meetdata bodemmonsters Oldambtmeer	41
Bijlage 2	Factsheet KRW toestand (2009)	45
Bijlage 3	Methode balansen	47
Bijlage 4	Invoer Bodemdiagnose	57
Colofon		59

1 Inleiding

1.1 HET PROJECT BAGGERNUT

De belasting van het oppervlaktewater met nutriënten is één van de belangrijkste oorzaken voor het niet halen van de KRW-doelen in 2015. De maatregelen om de nutriëntenbelasting terug te dringen zijn veelal gericht op de beperking van de externe bronnen. Ook interne eutrofiëring wordt als oorzaak gezien; vanuit bodem en bagger (slib) kunnen grote hoeveelheden nutriënten vrijkomen. Deze interne eutrofiëring kan zo sterk zijn dat herstel van de natuurkwaliteit met meer dan tien jaar wordt vertraagd of zelfs geheel verhinderd.

We weten nog amper genoeg over de werking van interne eutrofiëring en het is moeilijk te meten. In de meeste wateren is nog niet bekend of er sprake is van ernstige interne eutrofiëring en welke processen deze veroorzaken. Bovendien is nog niet bekend welke maatregelen effectief zijn om het effect van interne eutrofiëring op te heffen of te neutraliseren.

Dit is aanleiding geweest voor het opzetten van het project BaggerNut. In het project BaggerNut wordt onderzocht wat de rol van de waterbodem is bij het niet halen van de KRW-doelen. Centraal hierbij staat de vraag van de waterbeheerder of het nut heeft om te baggeren om de nutriëntenbelasting te verlagen.

Doelstelling Baggernut

BaggerNut heeft een tweeledige doelstelling:

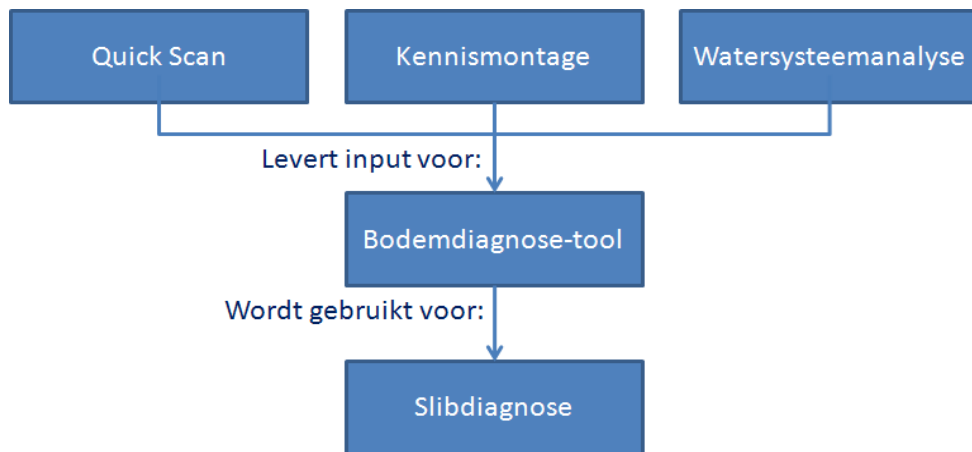
1. Processen die samenhangen met interne mobilisatie van nutriënten en baggerproductie inzichtelijk maken en op een eenvoudige wijze kwantificeren
2. Waterbeheerders handvaten aanreiken om een oordeel te geven over of en hoe effectief de waterbodem aan te pakken is (o.a. baggeren)

Onderdelen van BaggerNut

Om bovengenoemde doelstelling te halen zijn er vier deelprojecten binnen BaggerNut:

1. Communicatie;
2. Quick Scan (inclusief kennismontage);
3. Bodemdiagnose;
4. Watersysteemanalyse & Slibdiagnose.

De Quickscan en de watersysteemanalyse leveren input voor het ontwikkelen van de bodemdiagnose-tool. Deze tool wordt vervolgens toegepast om de slibdiagnose uit te voeren. Figuur 1 geeft de verschillende onderdelen weer.



Figuur 1 Schema van de onderdelen van het BaggerNut-project

Dit rapport is onderdeel van BaggerNut en beschrijft de watersysteemanalyse en slibdiagnose voor het Oldambtmeer.

1.2 WATERSYSTEEMANALYSE

De watersysteemanalyse (WSA) betreft een zeer beknopte beschrijving van het watersysteem waarin de stofstromen in het gehele watersysteem zo goed mogelijk worden gekwantificeerd op basis van bestaande gegevens. Ook wordt waar mogelijk een link gelegd met de ecologie. Dit levert kennis op over de relatie tussen systeem- en bodemeigenschappen en interne eutrofiering. Uit de WSA worden systeemparameters afgeleid welke als input dienen voor de bodemdiagnose-tool.

Doelstelling

Het doel van de watersysteemanalyse is tweeledig:

1. Input leveren voor de (ontwikkeling van de) bodemdiagnose-tool;

2. Inzicht geven in het functioneren van het watersysteem en de rol van de waterbodem hierin.

De watersysteemanalyse betreft dus geen afgerond advies welke maatregelen een waterschap zou moeten nemen, omdat primair wordt ingezoomd op de waterbodem.

Watersysteemanalyses voor 10 waterschappen

Voor het project zijn door 10 waterschappen locaties aangewezen waarvoor een watersysteemanalyse wordt uitgevoerd. Dit zijn locaties waarin de ecologische waterkwaliteit niet, of deels, voldoen aan de KRW doelstellingen. De verwachting is dat op de locaties een te hoge nutriëntenbelasting hieraan bijdraagt. De ingebrachte locaties zijn zeer verschillend, zowel in ligging, vorm, bodemtype als beheer en onderhoud.

Tabel 1 Locaties uitgekozen door de waterschappen voor de watersysteemanalyses. In geel de locatie die in dit rapport wordt onderzocht

Locatie	Waterschap / hoogheemraadschap
Hoefsven	Brabantse Delta
Haarvaten Westboezem, Vlaardingervaart, Slinkslot, Karitaat Molensloot, Akerdijkse plassen	Delfland
De Leijen, Alde Faenen, Slotermeer	Fryslan
Kanalensysteem Westerwolde, kanalensysteem Veenkoloniën, Oldambtmeer , Zuidlaardermeer	Hunze en Aa's
Schutslooterwilde	Reest en Wieden
Klein Vogelenzang (onderdeel Reeuwijkse Plassen)	Rijnland
Twaalf vergelijkbare A-watgangen (sloten) in de Alblasserwaard	Rivierenland
Bleiswijkse Zoom	Schieland en Krimpenerwaard
De Keulevaart, Meijepolder en Zegveld, de Pleijt, Honswijk	Stichtse Rijnlanden
Terwoldse Wetering, Grote Wetering	Veluwe

Op deze locaties zijn meestal waterkwaliteit gegevens beschikbaar van de locatie zelf en, in een aantal gevallen, ook van het aanvoerwater. Meestal zijn er ook gegevens beschikbaar van de ecologische toestand van de locatie. De oorzaak van hoge nutriëntenconcentraties is veelal niet goed bekend. Een mogelijke oorzaak zou interne eutrofiëring vanuit de bodem kunnen zijn. Met een watersysteemanalyse wordt inzichtelijk gemaakt welke bronnen significant bijdragen aan de gemeten nutriëntconcentraties.

1.3 SLIBDIAGNOSE

Binnen de slibdiagnose wordt de bodemdiagnose-tool toegepast voor een bepaalde locatie. Met behulp van de gegevens uit de WSA wordt de invoer voor

de bodemdiagnose bepaald en wordt de ecologische toestand van het systeem bepaald. Vervolgens wordt aangegeven in hoeverre de waterbodem het niet halen van de KRW doelen veroorzaakt. Wanneer de waterbodem een significant effect heeft worden een of meerdere zinvolle waterbodem maatregelen aangegeven en worden de verwachte effecten hiervan doorgerekend.

1.4 LOCATIE OLDAMBTMEER VAN WATERSCHAP HUNZE EN AA'S

Waterschap Hunze en Aa's heeft het Oldambtmeer als een van hun locaties aangewezen. Het Oldambtmeer in Noordoost Groningen is een aantal jaren geleden gerealiseerd. Het watersysteem begint zich inmiddels in ecologisch opzicht te ontwikkelen. Bij het ontwerp is expliciet rekening gehouden met de water- en ecologische kwaliteit. Daartoe zijn diverse maatregelen genomen om de kans op een goede waterkwaliteit te vergroten. Belangrijke aandachtspunten daarbij waren de beperking van nalevering van nutriënten vanuit de waterbodem, het realiseren van ondiepe delen in het meer, het toestaan van peilfluctuatie en het beperken van de externe nutriëntenbelasting. In 2009 heeft Witteveen+Bos een rapport opgesteld, waarin wordt ingegaan op de verwachte effecten van peilbeheer en waterberging op de water- en ecologische kwaliteit van het Oldambtmeer (Witteveen+bos, 2009). Dit rapport, en vooral de waterbalans daarin, is gebruikt als uitgangspunt. Aanvullend op dit rapport zijn enkele wijzigingen doorgevoerd, omdat het systeem sinds 2009 licht is gewijzigd. Bovendien wordt in dit rapport specifiek gekeken naar de bijdrage van de waterbodem, waarbij gebruik wordt gemaakt van de (extra) waterbodemanalyses die B-Ware heeft uitgevoerd.

1.5 LEESWIJZER

De resultaten van deze watersysteemanalyse worden gebruikt voor het project BaggerNut. In hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie van het watersysteem beschreven, zoals de ligging, functie en huidige (chemische en ecologische) toestand. De analyse wordt in hoofdstuk 3 uitgewerkt; allereerst worden methode en resultaten van de waterbalans (§3.2) beschreven. Daarna volgt de stoffenbalans (§3.3) met methode en resultaten. Hoofdstuk 4 geeft de slibdiagnose en in hoofdstuk 5 volgt de conclusie over de rol van de waterbodem binnen het watersysteem.

2 Beschrijving watersysteem

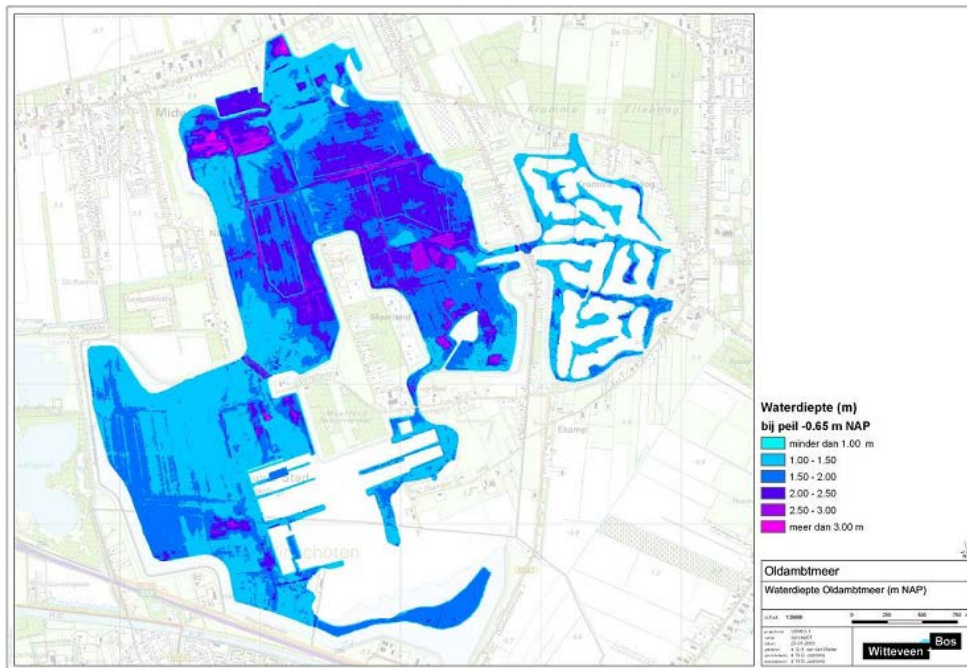
2.1 WATERSYSTEEM

Het Oldambtmeer ligt in Noordoost Groningen net ten noorden van Winschoten. Voormalige landbouwgrond is omgezet in een meer, waaromheen Blauwe Stad wordt ontwikkeld (figuur 2).



Figuur 2 Meest recente kaart van het Oldambtmeer

In het zuidelijk deel van het meer ligt de bodemhoogte over het algemeen tussen -2,0 en -2,5 m NAP. In het noordelijk deel ligt de bodemhoogte over het algemeen lager, tussen -2,0 en -3,5 m NAP. In het grootste deel van het meer varieert de waterdiepte varieert tussen de 1 en 3 meter (figuur 3). Het meer ontvangt water uit de omliggende polders en afwateringsgebieden.



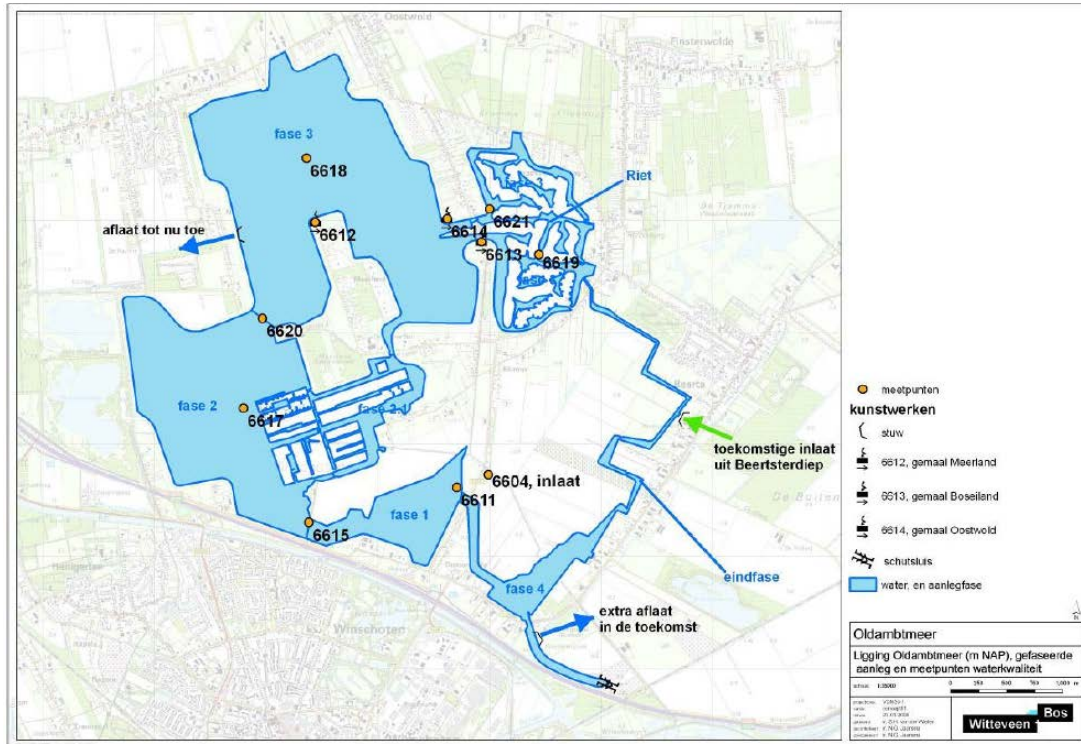
Figuur 3 Waterdiepte in het Oldambtmeer (overgenomen uit Witteveen+Bos, 2009)

Ten opzichte van condities zoals beschreven het rapport in 2009 zijn er enkele wijzigingen:

1. Inmiddels is het meer aan de zuidkant aangesloten (via een schutsluis) op het Winschoterdiep. Dit is een extra bron van nutriënten.
2. Eind 2008 is begonnen met de aanleg van een tweede aflat naar de polder Hongerige Wolf in het zuidoosten. De aflat is in de periode tot december 2011 niet gebruikt
3. In 2009 is de stuw voor inlaat van water uit het Beersterdiep gerealiseerd. In 2010 is deze inlaat nauwelijks gebruikt.

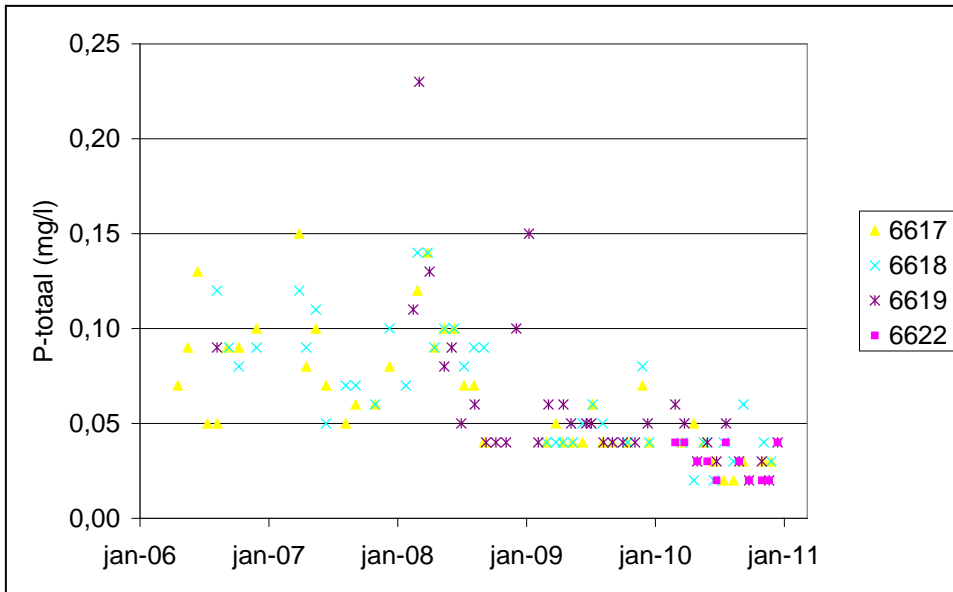
Waterkwaliteit in het Oldambtmeer

Figuur 4 toont de meetpunten waar in de afgelopen jaren is gemonitord. Zowel het oppervlaktewater als de inlaatstromen zijn gemonitord.

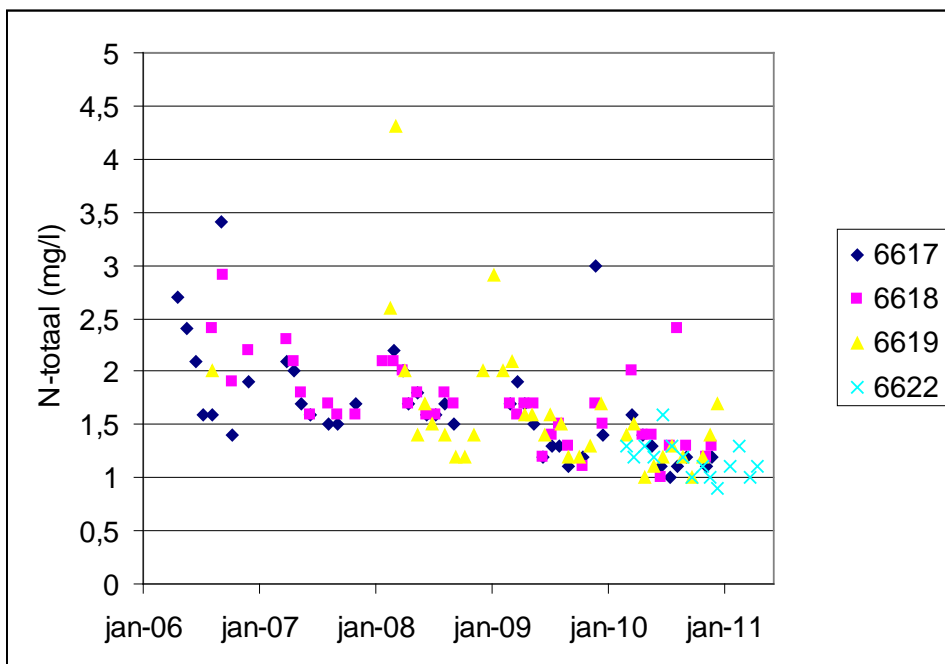


Figuur 4 Meetpunten, gemalen en aflaatpunten in het Oldambtmeer.

Figuur 5 en 6 laten zien dat de P- en N-totaalconcentraties in het Oldambtmeer vanaf 2009 lijken te dalen. Dit zou te maken kunnen hebben met de vegetatieontwikkeling, om twee redenen: door vegetatie ontwikkeling treedt er minder opwerveling op, maar zwevende stof is frequent gemeten tussen augustus 2006 en december 2007 en daarna 3 keer in 2010. De metingen in 2010 zijn aanzienlijk lager dan het gemiddelde in 2006, maar het zijn te weinig metingen om een conclusie op te kunnen trekken. De tweede reden is dat P- en N-totaal ook de nutriënten die opgenomen zijn door algen bevatten, maar niet de nutriënten die opgenomen zijn door planten. Kortom: het zou kunnen dat het oppervlaktewater 'schoner' wordt door een sterk toegenomen opname van nutriënten door planten. In paragraaf 3.3 wordt dit getalsmatig uitgewerkt.

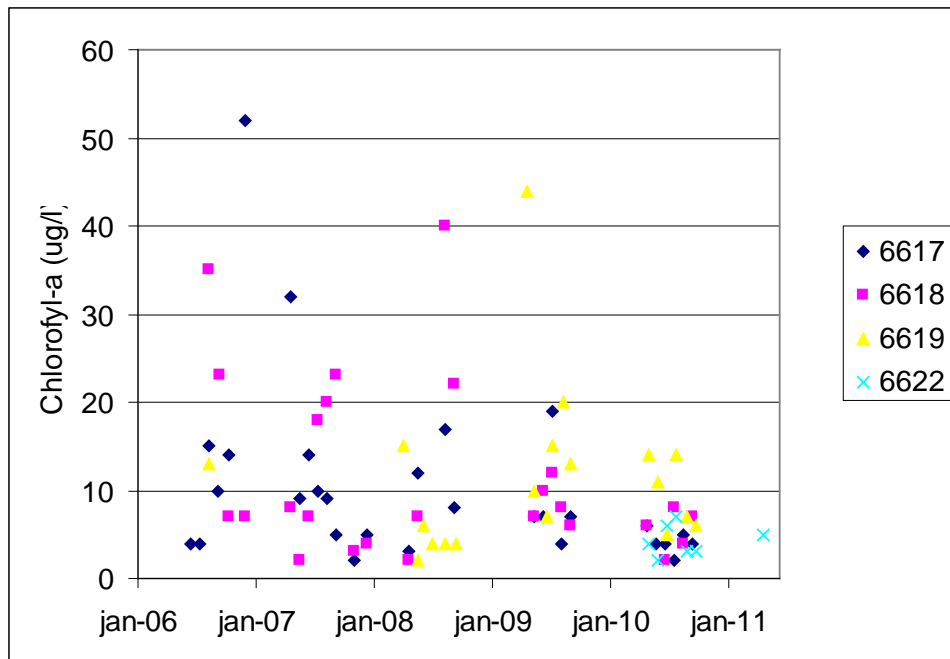


Figuur 5 Totaal-P concentraties in het oppervlaktewater van het Oldambtmeer (6617/6618 Oldambtmeer, 6619: Het Riet, 6622: Oosteinderplas)



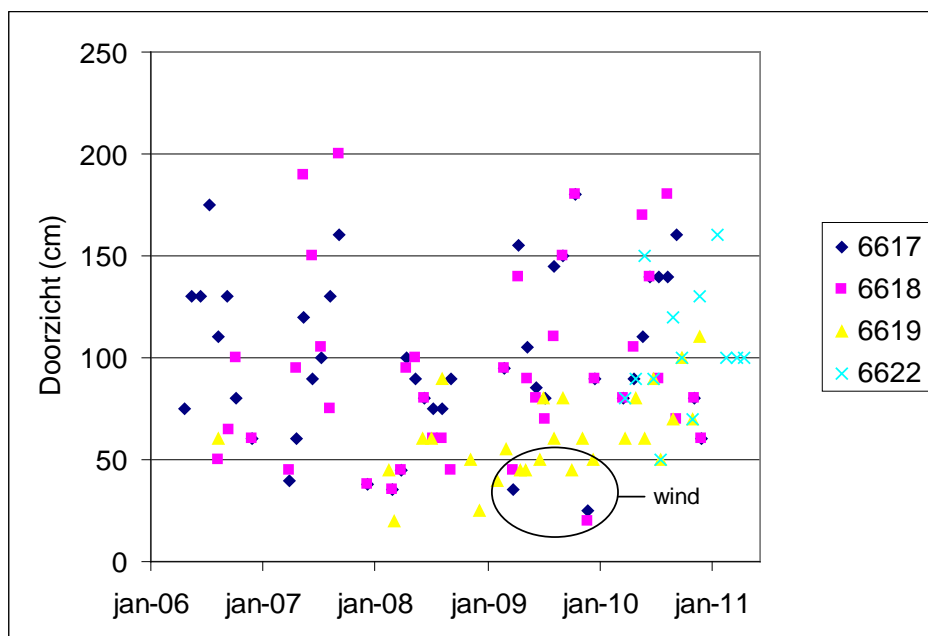
Figuur 6 Totaal-N concentraties in het oppervlaktewater van het Oldambtmeer (6617/6618 Oldambtmeer, 6619: Het Riet, 6622: Oosteinderplas)

Naast N en P lijken ook de chlorofylconcentraties te dalen (figuur 7). In elk geval zijn waarden boven de 20 µg/l in 2010 niet meer voorgekomen en dat is zeer laag.



Figuur 7 Chlorofyl-a-concentraties in het Oldambtmeer.

Het doorzicht vertoonde in 2006 en 2007 grote variatie (figuur 8). Na een afname in 2008 lijkt er een trend zichtbaar naar een beter doorzicht. Wel zijn de lage doorzichten in het meer zelf (metingen op meetpunten 6617, 6618 in de ovaal) gerelateerd aan harde wind, maar wind is geen verklaring voor de grote variatie in de metingen. Als die lage metingen buiten beschouwing worden gelaten, liggen alle metingen vanaf 2009 boven de gestelde 60 cm doorzicht. Het doorzicht in het Riet is duidelijk lager, maar ook die waarden lijken vanaf 2008 toe te nemen.



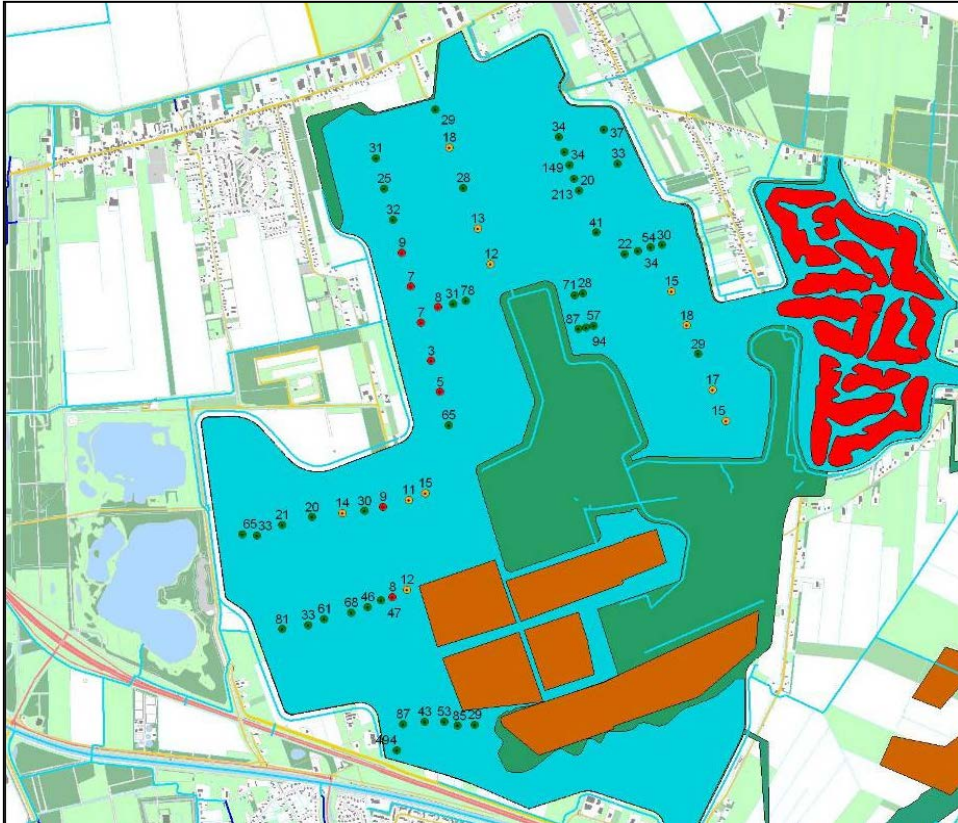
Figuur 8 Doorzicht in het oppervlaktewater van het Oldambtmeer (6617/6618 Oldambtmeer, 6619: Het Riet, 6622: Oosteinderplas). De omcirkelde waarden voor meetpunten 6617/6618 zijn bemonsterd bij relatief harde wind.

Tenslotte is over de waterkwaliteit nog te melden dat de sulfaat- en chlorideconcentraties in het meer heel langzaam lijken af te nemen van ca. 45 mg SO₄/l in 2008 naar 40 mg SO₄/l in 2010. De chlorideconcentratie daalde in dezelfde periode van 85 naar 75 mg/l.

Waterbodemkwaliteit in het Oldambtmeer.

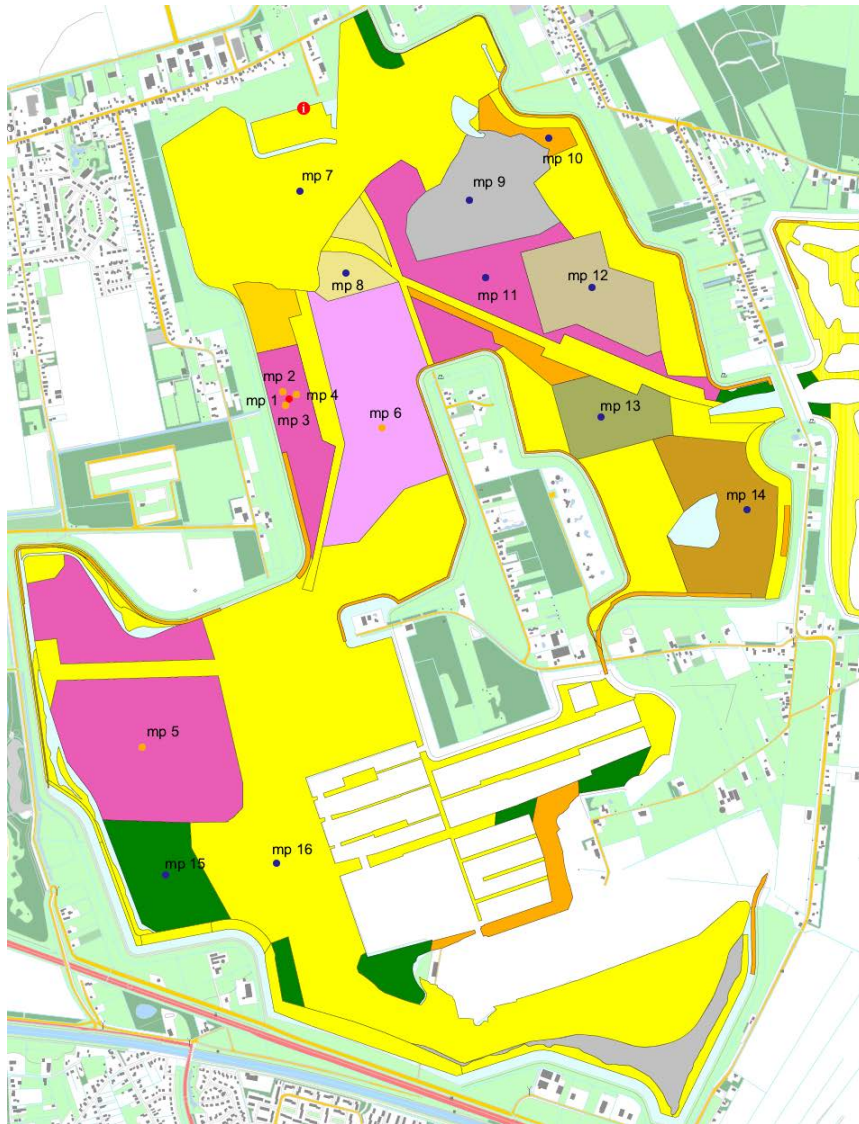
De bodem van het Oldambtmeer is voor de aanleg voor een groot deel gediëpplagd tot een diepte van 1,5 m beneden maaiveld. De bemeste top laag van de oorspronkelijke landbouwgrond ligt dus niet meer aan het oppervlak.

In eerder onderzoek heeft Witteveen+bos (2009) metingen in de voormalige droge bodem gebruikt om een inschatting te maken van de potentiële nalevering. Ze hebben, conform het rapport van Helder naar Troebel (Jaarsma et al., 2008) onderscheid in figuur 9 gemaakt in (Fe-S)/P-ratio kleiner dan 10, tussen 10 en 20 en groter dan 20. Bij een lage (Fe-S)/P-ratio wordt verondersteld dat de bodem meer nalevert. Het bleek dat de bodems vlakbij het uitstroompunt de hoogste potentie voor nalevering hadden (laagste (Fe-S)/P-ratio). Dit zijn veenbodems, maar in andere delen van het noordelijk deel en in het zuidelijk deel liggen ook veengebieden en de (Fe-S)/P-ratio's zijn daar allemaal groter dan 20. Bovendien liggen de gele/rode punten in het zuidelijk deel in het zandgebied. De hoge nalevering lijkt dus niet meteen gerelateerd aan het bodemtype.



Figuur 9 (Fe-S)/P-ratio's in de bodem van het Oldambtmeer. Groen: >20, geel: 10-20 en rood: <10.

Vanwege de heterogeniteit van de bodem zijn in het kader van BaggerNut zijn meer monsters genomen dan de gebruikelijke vijf. Figuur 10 toont de 16 meetpunten die in verschillende delen van het meer zijn genomen. Bijlage 1 toont de ruwe data.



Figuur 10 Kaart van de bodemtypen en meetpunten in het Oldambtmeer. Meetpunt 4 is niet bemonsterd. In deze rapportage wordt de nummering van bovenstaande kaart gehandhaafd, maar ontbreekt meetpunt 4¹.

Tabel 2 toont de basisinformatie van alle meetpunten. De organischestofgehalten in veenmonsters zijn in het algemeen niet al te hoog (20-30% met twee uitschieters naar beneden; meetpunten 5 en 6), behalve in meetpunten 8 en 16, die juist niet in pure veengebieden liggen. De punten zijn toegelicht direct onder de tabel. Aangezien lutumgehalten niet zijn gemeten, kon geen beoordeling plaatsvinden op basis van lutumfracties. Op basis van organischestofgehalten moet een slag om de arm worden gehouden ten aanzien van de bodemtypenkaart (figuur 10).

Tabel 2 Ligging, bodemtype en organische stofgehalten van de meetpunten in het Oldambtmeer. Korrelgrootte wordt in het BaggerNut-project niet gemeten.

¹ Meetpunt 4 in de MIND-rapportage komt overeen met meetpunt 6 in op deze kaart.

Parameter → Eenheid →	Bodemtype volgens kaart	Ligging x	Ligging y	OS (%)
Oldambtmeer 1	veen	264846	578908	22,7
Oldambtmeer 2	veen	264846	578908	29,0
Oldambtmeer 3	veen	264846	578908	26,9
Oldambtmeer 5	Veen*	264261	577477	11,7
Oldambtmeer 6	Veen*	265216	578795	13,0
Oldambtmeer 7	zand	264886	579750	0,65
Oldambtmeer 8	Zand+20%veen**	265074	579415	45,5
Oldambtmeer 9	zand/kleiveen	265579	579715	7,5
Oldambtmeer 10	potklei	265902	579967	2,8
Oldambtmeer 11	veen	265643	579398	26,6
Oldambtmeer 12	zand/kleiveen	266078	579356	10,0
Oldambtmeer 13	zand	266113	578828	8,0
Oldambtmeer 14	zand/klei	266706	578452	13,0
Oldambtmeer 15	zand/klei	264340	576961	16,1
Oldambtmeer 16	Zand***	264792	577008	35,9

* voor veen zijn de organische stofgehalten erg laag; (locaties 2,3 zijn cf verwachting voor een toplaag van een venige bodem).

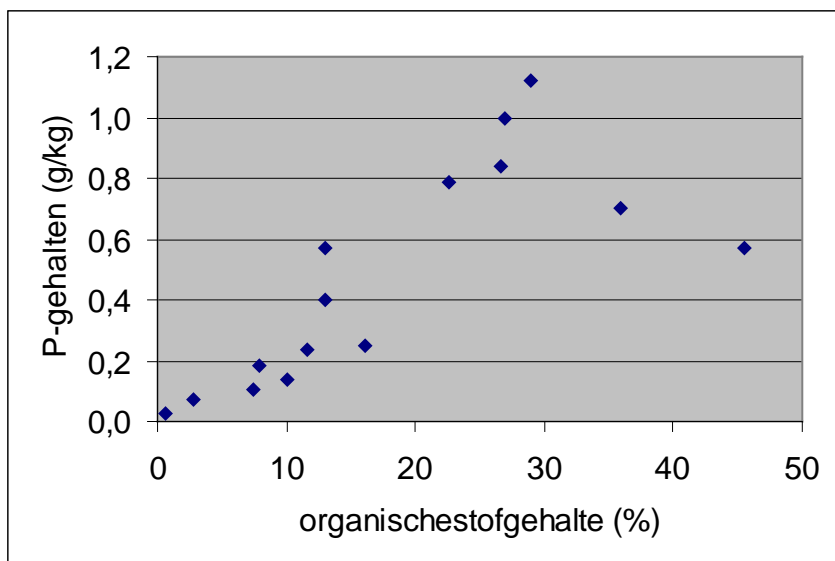
** het monster lijkt gestoken te zijn in een veenpatch, maar ten opzichte van de andere metingen in meetpunt 8 is een organischestofgehalte van ongeveer 30 te verwachten (zie tabel 2). Het organischestofgehalte lijkt een uitbijter te zijn.

*** voor een zandgebied is een organischestofgehalte van 36% wel erg hoog.

Tabel 3 geeft de P, Fe en S-gehalten weer zoals gemeten door B-Ware in het project BaggerNut en ratio's die regelmatig als criterium voor nalevering worden gebruikt. De P-gehalten zijn niet extreem hoog, ook niet in meetpunt 2 en 3. Het P-gehalte neemt toe met het organischestofgehalte (figuur 11).

Tabel 3 IJzer, fosfor en zwavelgehalten en diverse ratio's

Meetpunt	OS (%)	Fe-totaal (g/kg)	P-totaal (g/kg)	S-totaal (g/kg)	Fe/P (mol/mol)	Fe-S/P (mol/mol)
mp1	22,6	5,23	0,79	1,73	3,68	1,56
mp2	29,0	9,15	1,12	2,74	4,52	2,16
mp3	26,9	7,85	1,00	2,86	4,35	1,59
mp5	13,0	5,03	0,40	1,93	17,89	12,01
mp6	11,7	7,51	0,23	1,42	7,01	2,33
mp7	0,6	0,84	0,03	0,09	16,83	13,65
mp8	45,5	11,89	0,57	4,05	11,51	4,67
mp9	7,5	1,86	0,10	0,54	9,82	4,83
mp10	2,8	1,57	0,07	0,17	12,26	9,93
mp11	26,6	21,31	0,84	2,98	14,09	10,65
mp12	10,0	2,26	0,14	0,63	9,05	4,68
mp13	8,0	3,06	0,18	0,41	9,39	7,21
mp14	13,0	7,81	0,57	1,13	7,56	5,65
mp15	16,1	7,53	0,25	1,35	16,86	11,57
mp16	35,9	17,35	0,70	6,31	13,69	5,01



Figuur 11 Relatie tussen het organischestofgehalte en het totaal fosforgehalte in de waterbodem.

Tabel 4 toont enkele indicatoren voor naleveringspotenties op basis van totaalgehalten in de waterbodem. In de veengebieden liggen de P-totaalgehalten in de bodem lager dan de gestelde 1,36 g/kg, maar de ratio's scoren zeer matig, terwijl de ratio's in het overige gebied (bijna) goed scoren.

Ook in deze meting liggen de lage (Fe-S)/P-ratio's en hogere P-gehalten in hetzelfde gebied (westzijde van het noordelijke deel van het meer). Er is geen duidelijke relatie tussen organischestofgehalten en (Fe-S)/P-ratio's.

Tegenwoordig wordt vaker de Fe/P-ratio dan de (Fe-S)/P-ratio gebruikt (Geurts, 2010, Min. IenM, 2009). De grens ligt ongeveer bij 10. Onder de 10 kunnen waterbodems potentieel naleveren. Behalve op de locaties 1,2 en 3 liggen de meeste ratio's dichtbij of boven de 10.

Tabel 4 Potentiële indicatoren voor nalevering op basis van totaalgehalten in de waterbodem

Indicator	Criterium (bron)	Oldambtmeer
(Fe-P)/S-ratio	>1: matig (Jaarsma et al., 2008) >10: goed (Jaarsma et al., 2008)	Veengebied nabij uitlaat: 2 Overige waterbodem: 8
Fe/P-ratio (mol/mol)	> 10: goed (Geurts, 2010; Boers en Uunk, 1990)	Veengebied nabij uitlaat: 4 Overige waterbodem: 12
P-totaal (g/kg)	<1,36: goed (Boers en Uunk, 1990)	Veengebied nabij uitlaat: 0,95 Overige waterbodem: 0,34

2.2 TOESTAND (KRW) EN KRW DOELSTELLING

2.2.1 KRW

Het Oldambtmeer wordt gekarakteriseerd als een M14-watertype; matig grote en ondiepe gebufferde meren. In 2009 is een factsheet opgesteld, waarin

macrofyten en macrofauna matig scoren (0,4-0,6). Voor vis heeft vooral te maken met de jonge leeftijd van het meer en (dus) van de vis.

Tabel 5 Waterkwaliteitsdoelen en ecologische doelen en de metingen/scores.

Waterkwaliteitsmetingen en doelen			
ondersteunende parameters	waarde	doel	eenheid
totaal N (zomergemidd. metingen 2009/2010)	1,36	4	mg/l
totaal P (zomergemidd. metingen 2009/2010)	0,04	0,1	mg/l
chlorofyl-a (zomergemidd. metingen 2009/2010)	9,3		µg/l
doorzicht (zomergemidd. metingen 2009/2010)	102	0,6	cm
EKR-scores			
	waarde		
Macrofyten	0,63	0,6	
Fytoplankton	1	0,6	
Macrofauna	0,6	0,6	
Vis	0,38	0,6	

2.3 DE RELATIE TUSSEN CHEMIE EN ECOLOGIE VOLGENS DE KRW-VERKENNER TOOL

Voor BaggerNut is besloten om waar mogelijk gebruik te maken van de KRW-verkenner. Daarom wordt de vertaling van chemische waterkwaliteit naar ecologische kwaliteitsratio's gemaakt met de Ecologytool van de KRW-verkenner (<http://public.deltares.nl/display/KRWW/Downloads>). Deze tool kent voor het watertype M14 vier stuurparameters: N, P, oeverinrichting en peilbeheer. Nutriënten zijn volgens de KRW-verkennertool niet de limiterende factor, behalve voor vis ($P < 0,04$ mg/l scoort nog beter). Voor waterplanten en benthische macrofauna zou de oeverinrichting nog beter kunnen; de helft betreft stortsteen. Voor de EKR-vis zou de score onder de huidige condities nog 0,4 omhoog kunnen. Gezien de leeftijd van het meer is al eerder opgemerkt dat verbetering is te verwachten.

Tabel 6 Invoer en resultaten van de KRW-verkenner-ecologytool

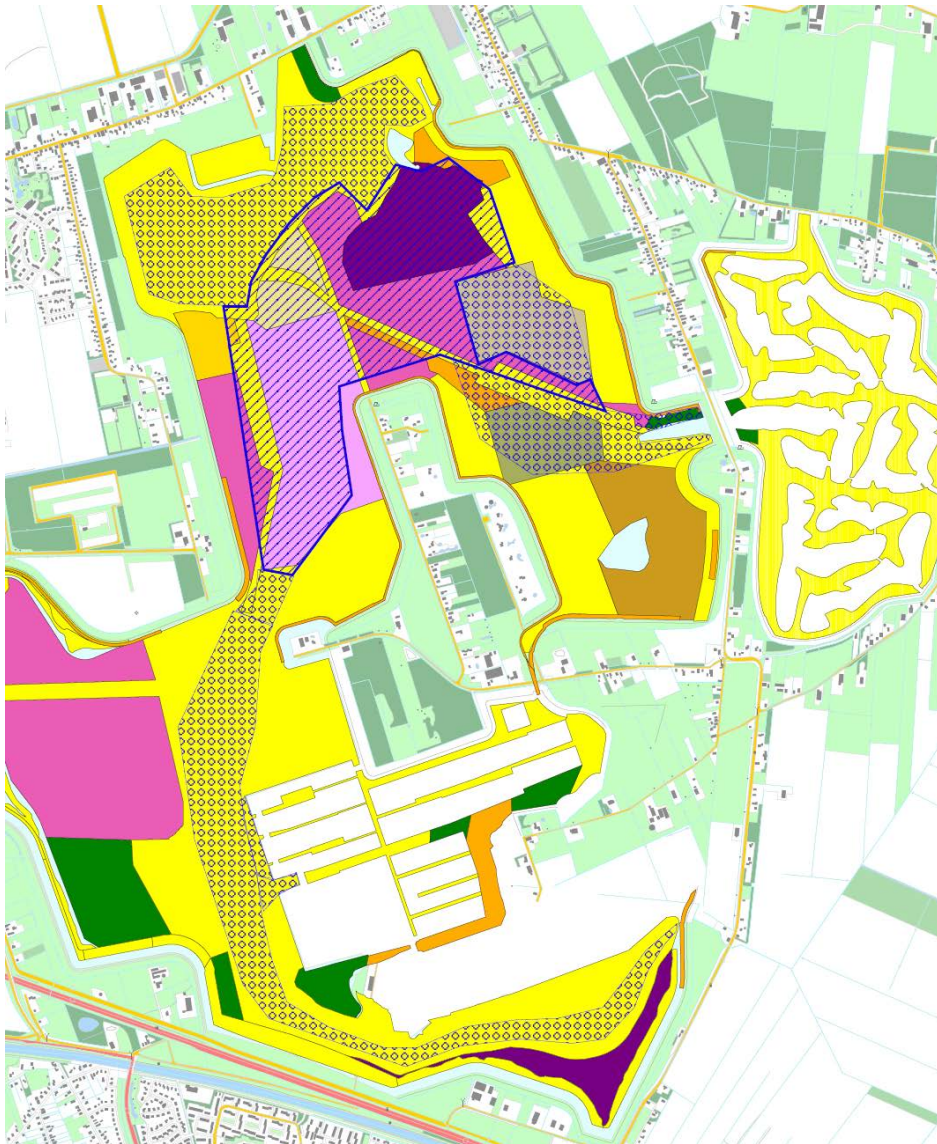
Watertype	M14		
Relevante stuurparameters	N, P, oeverinrichting, peilbeheer		
Totaal N	1,36		
Totaal P	0,04		
Shore alteration	1,5	(=riet/helofieten zonder moeras, maar ook zonder beschoeiing)	
Waterlevel management	3	(=natuurlijk)	
KRW-ecologytool	EKR	limiterende kritische parameter:	werkelijke EKR-score (QBWat)
Aquatic flora	0,62	Oeverinrichting	0,63
Phytoplankton	0,87	Geen	1
Benthicinvertebrate	0,56	Oeverinrichting	0,6
Fish	0,73	P	0,38

2.4 MAATREGELEN

Zoals reeds aangegeven in 2.1 is de bodem van het Oldambtmeer is voor de aanleg gediëpploegd tot een diepte van 1,5 m beneden maaiveld. Bij de inrichting zijn meer maatregelen genomen om de ecologie te stimuleren, zoals het aanleggen van flauw hellende oevers (50% van de oevers).

2.5 FUNCTIE GEBRUIK BEHEER EN ONDERHOUD

Het inlaatwater van gemaal Oostwold wordt defosfateerd. Verder wordt tegenwoordig in de zomer gemaaid om het meer geschikt te houden voor recreatie. In gebieden waar veel veenbodems worden aangetroffen wordt gemaaid met de maaiboot. Hierbij worden de planten op ca. 20 a 30 cm boven de bodem afgemaaid zodat de bodem niet verstoord wordt. De afgemaaide vegetatie wordt door de maaiboot afgevoerd. In gebieden met overwegend zandbodems mag er gewerkt worden met veegmessen. Dit heeft een sterker effect op de waterplanten dan afmaaien en zorgt ervoor dat de planten minder snel terugkomen. De losgemaakte vegetatie wordt wel verzameld en afgevoerd. Het is echter onbekend hoeveel plantenmaaisel er exact uit het meer wordt verwijderd.



Figuur 12 Overzicht van de gebieden die worden gemaaid (schuin gearceerd gebied = maaien met een maaiboot, raster gearceerd gebied = maaien met een veegmes).

3

Analyse

3.1 OPZET WATERSYSTEEMANALYSE

De watersysteemanalyse betreft in essentie een stofstromenbalans vooral gericht op P en mindere mate op N. Om de aanvoer, afvoer en interne processen van nutriënten goed te kunnen beschrijven is een goede waterbalans nodig. Paragraaf 3.2 start dan ook met het opstellen van de waterbalans. Vervolgens wordt in paragraaf 3.3 de stoffenbalans opgesteld. Beide balansen starten met methoden en basisgegevens, waarin de beschikbare gegevens worden geïnventariseerd, de aan- en afvoerposten worden benoemd en methoden voor het kwantificeren van alle posten worden gegeven. In de paragraaf 3.4 wordt de interne belasting nader beoordeeld door een vergelijking te maken met de externe belasting en de kritische belasting.

3.2 WATERBALANS

3.2.1 METHODEN EN BASISGEGEVENS

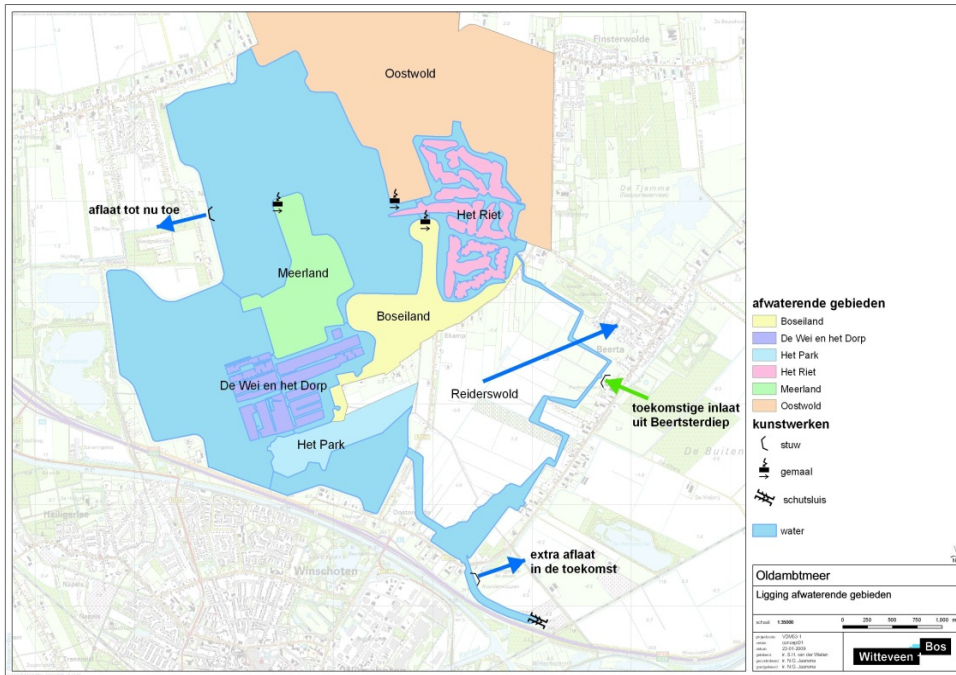
Basisgegevens

Voor het Oldambtmeer is gebruik gemaakt van de voor dit project geactualiseerde waterbalans 2007-2010 van Witteveen+bos op basis van een in 2009 opgestelde waterbalans. De eerder opgestelde waterbalans is gecontroleerd aan de hand van gemeten waterstanden en gemeten chlorideconcentraties over de periode 2007-2008. Voor de nieuwe waterbalans is die controle niet op nieuw uitgevoerd.

Balansposten

Het Oldambtmeer heeft naast regen en verdamping een lichte wegzijging (0,45 mm/dag). Verder wateren verschillende polders via gemalen af op het Oldambtmeer, namelijk: polder Oostwold, polder Meerland en polder Boseiland. Naast de gemalen is er drainage uit vrij afwaterend gebied (Het Riet, De Wei en het Dorp). Voor 2007 en 2008 had Witteveen+Bos het volume

drainagewater berekend op basis van neerslag. Voor 2009 en 2010 heeft Deltares dit eveneens geschat, maar met een eenvoudiger formule: $0,17 \cdot \text{neerslag}$ (in m^3). Ten slotte komt er in de zomer een kleine hoeveelheid water het meer tijdens het schutten van de sluis. Als het peil in het meer te hoog komt, is er een aflat aan de westzijde.



Figuur 13 Afwaterende gebieden en gemalen rond het Oldambtmeer.

Uit de waterbalans van de jaren 2007-2010 blijkt dat 2007 een extreem nat jaar is geweest. Voor BaggerNut zijn we in eerste instantie geïnteresseerd in een gemiddeld jaar. Daarom zijn de jaren 2008-2010 gemiddeld om tot een representatieve waterbalans te komen.

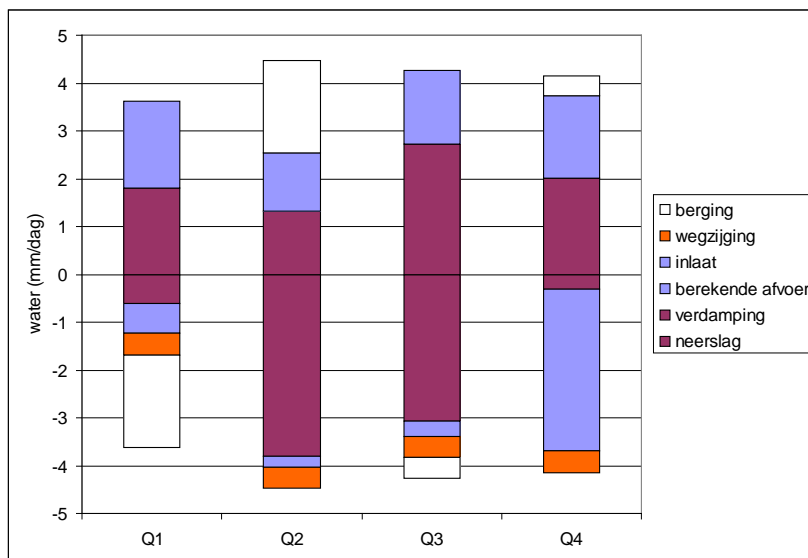
3.2.2 RESULTATEN EN DISCUSSIE

Tabel 7 toont de waterbalans voor het Oldambtmeer op basis van beschreven uitgangspunten. Neerslag en verdamping zijn de belangrijkste posten. Daarna volgen de inlaat, voornamelijk uit de polders en de afvoer. Wegzijing en vooral drainage zijn de minder belangrijke posten. In figuur 14 is aan de hoge verdamping in het tweede kwartaal te zien dat in 2008-2010 het voorjaar relatief warm was. In het algemeen is de afvoer van oppervlaktewater de belangrijkste afvoerpost in de winter en verdamping de belangrijkste afvoerpost in de zomer.

Tabel 7 Resultaat: waterbalans

In / uit	Posten	mm/jaar	Mm ³ /jaar	Aandeel (%)	Betrouwbaarheid
In	Neerslag	718	5,57	59	A
In	Inlaat	454	3,51	37	A
In	Drainage	41,9	0,32	3	C
In	Kwel	0	0	0	D
Uit	Verdamping	-712	-5,53	59	B
Uit	Afvoer*	-338	-2,62	28	D
Uit	Infiltratie	0	0	0	E
Uit	Wegzijing	-164	-1,27	13	D
In / Uit	Berging	0	0	0	B

* sluitpost



Figuur 14 Waterbalans over 2008-2010 per kwartaal op basis van gemiddelde dagwaarden gedurende dat kwartaal.

3.3 STOFFENBALANS

3.3.1 METHODEN EN GEGEVENS

De volgende posten zijn van belang:

- Depositie, gebaseerd op landelijke cijfers van RIVM (Stolk et al., 2001): 0,05 gP/m²/jaar; 3,08 gN/m²/jaar.
- Kwaliteit van het inlaatwater
- Kwaliteit van het drainagewater uit de afwaterende gebieden.
- Afvoer van maaisel
- Interne belasting

Beschikbare data:

- Monitoringsgegevens 2008-2010 van de meetpunten: 6612, 6613, 6617, 6618, 6619, 6621, 6622, 6623 (zie figuur 4 voor de ligging).
- Bodemdata gemeten door B-ware (totaalgehalten, oxalaat- en zoutextractie; poriewater) alsmede de totaalgehalten in eerdere metingen (zie figuur 10).

Evenals voor de waterbalans is grotendeels gebruikt gemaakt van de stoffenbalans die Witteveen+bos heeft opgesteld in 2009. Daarin zijn twee scenario's berekend: uitgaan van mediane concentraties of uitgaan van maximaal gemeten concentraties. Die maximale concentraties zijn gekozen omdat verondersteld werd dat een groot deel van de fosfaatbelasting juist bij hoge afvoeren plaatsvindt, waardoor het extrapoleren van mediane waarden een onderschatting van de werkelijke afvoer uit polders geeft. Hoewel de redenering om met maximale waarden te werken wel verdedigbaar is, lijkt het in de praktijk toch riskant om 'toevalstreffers' te gebruiken voor een balans. Ondanks de neerwaartse trend van bijvoorbeeld P in de laatste paar jaren, blijft de maximale waarde gelijk. 95-percentielen zouden meer waarde hebben als een worst case, maar die zijn voor dit werk niet berekend. Aangezien gemiddeldes wel enigszins beïnvloed worden door uitbijters (meer dan de mediaan) is in deze studie gekozen voor het gemiddelde van de meetdata.

Ten opzichte van het eerdere rapport zijn recentere data gebruikt van 2008-2010 (i.p.v. 2007/2008) en is voor de polder Oostwold gebruik gemaakt van meetwaarden op het meetpunt na defosfatering (i.p.v. voor defosfatering). In tabel 8 zijn de gebruikte waarden gepresenteerd. Het valt op dat de alle gemiddelde waarden over 2008-2010 lager liggen dan de eerdere mediane waarden die Witteveen+Bos gebruikte. Voor Meerland en Boseiland is hiervoor geen duidelijke verklaring. Voor het inkomende water via de Schutsluis zijn geen nieuwe data gebruikt. De schutsluis is in de eerdere balansen niet meegenomen omdat deze nog niet was gerealiseerd, maar blijkt voor een kwart bij te dragen aan de externe belasting via inlaatwater (dus ongeveer 1/8 van de totale externe belasting).

Tabel 8 Gemiddelde fosforconcentraties over 2008-2010 in de verschillende kwartalen op meetpunten in en rond het Oldambtmeer. De laatste kolom geeft de door Witteveen+Bos gebruikte mediane waarden over de periode 2007-2008 weer.

Fosforconcentraties meetpunten jaren 2008/2009/2010	MP	Q1 (mg P/l)	Q2 (mg P/l)	Q3 (mg P/l)	Q4 (mg P/l)	Wibo, 2009
Oostwold (gedefosfateerd)	6621	0,15	0,08	0,08	0,13	0,19*
Meerland	6612	0,18	0,18	0,18	0,17	0,23
Boseiland	6613	0,13	0,09	0,06	0,08	0,13
afstroming	schatting**	0,15	0,12	0,11	0,12	0,20
schutsluis (bij Winschoterdiep)	1107***	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Oldambtmeer-Zuid	6617	0,08	0,06	0,04	0,04	
Oldambtmeer-Noord	6618	0,08	0,06	0,06	0,05	
Het Riet	6619	0,10	0,06	0,04	0,04	
Oosteinderplas	6622	0,03	0,03	0,03	0,03	

*De waarde van Witteveen+Bos (2007) is gebaseerd op niet-gedefosfateerd water.

**Gemiddelde van 6621, 6612 en 6613 (polderkwaliteit)

***Geen nieuwe data gekregen van dit punt.

Afvoer van maaisel

Op basis van gegevens van het Veluwemeer (1986) is aangenomen dat er een biomassa van 22 gC/m² per jaar wordt geproduceerd. Dat is ca. 40 g droge stof/m², wat overeenkomt met ca. 500 g nat plantmateriaal/m² en als 60% van het totale oppervlak is begroeid (info Hunze&Aa's in BaggerNut-spreadsheet) betekent dat een productie van zo'n 2300 ton vers plantmateriaal in het meer. Dit mag beschouwd worden als een conservatieve waarde. Bij een P:C-ratio van 0,01 (g/g) is er een jaarlijkse productie van 0,22 g P/m², terwijl een N:C-ratio (g/g) van 0,07 leidt tot 1,5 g N/m². Voor de verdere berekening aangenomen dat 50% van het 800 ha grote meer wordt gemaaid en dat 50% van de biomassa daadwerkelijk wordt verwijderd (dus ca. 1000 ton versgewicht)².

De verwijdering vindt plaats in het zomerhalfjaar (april-sept). De opname van nutriënten start al in het voorjaar en die opname is vooral belangrijk voor het reduceren van de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater. Daarom wordt de afvoer van maaisel voor de stoffenbalans verdeeld over Q2 en Q3.

²Uit recente informatie van Waterschap Hunze en Aa's blijkt dat in 2010 409 ton plantenmateriaal is ingevoerd. Dit is gewogen na twee dagen indampen, dus niet helemaal 'vers' meer. De 1000 ton die als uitgangspunt voor de stoffenbalans lijkt wat aan de hoge kant.

3.4 RESULTATEN EN DISCUSSIE

Tabel 9 geeft de stoffenbalans weer. In de belasting valt op dat P-depositie geen verwaarloosbare factor is. Op basis van depositie, inlaat, afvoer en een lichte wegzijging geeft de balans aan dat er netto accumulatie in de bodem plaatsvindt. De oplading van de bodem zal doorgaan tot een stationaire situatie is bereikt waarbij de bodem ongeveer net zoveel P nalevert als dat er accumuleert. Daarbij moet wel worden aangetekend dat de afvoer via maaisel een grote, maar onzekere post is en de interne processen sluitpost zijn. Een wijziging in afvoer heeft dus direct effect op de waterbodem.

Voor stikstof is de afvoer van maaisel een veel kleinere post. Een groot deel van de stikstof wordt door de bodem opgenomen, maar zal hoogstwaarschijnlijk ook weer via denitrificatie uit het systeem verdwijnen.

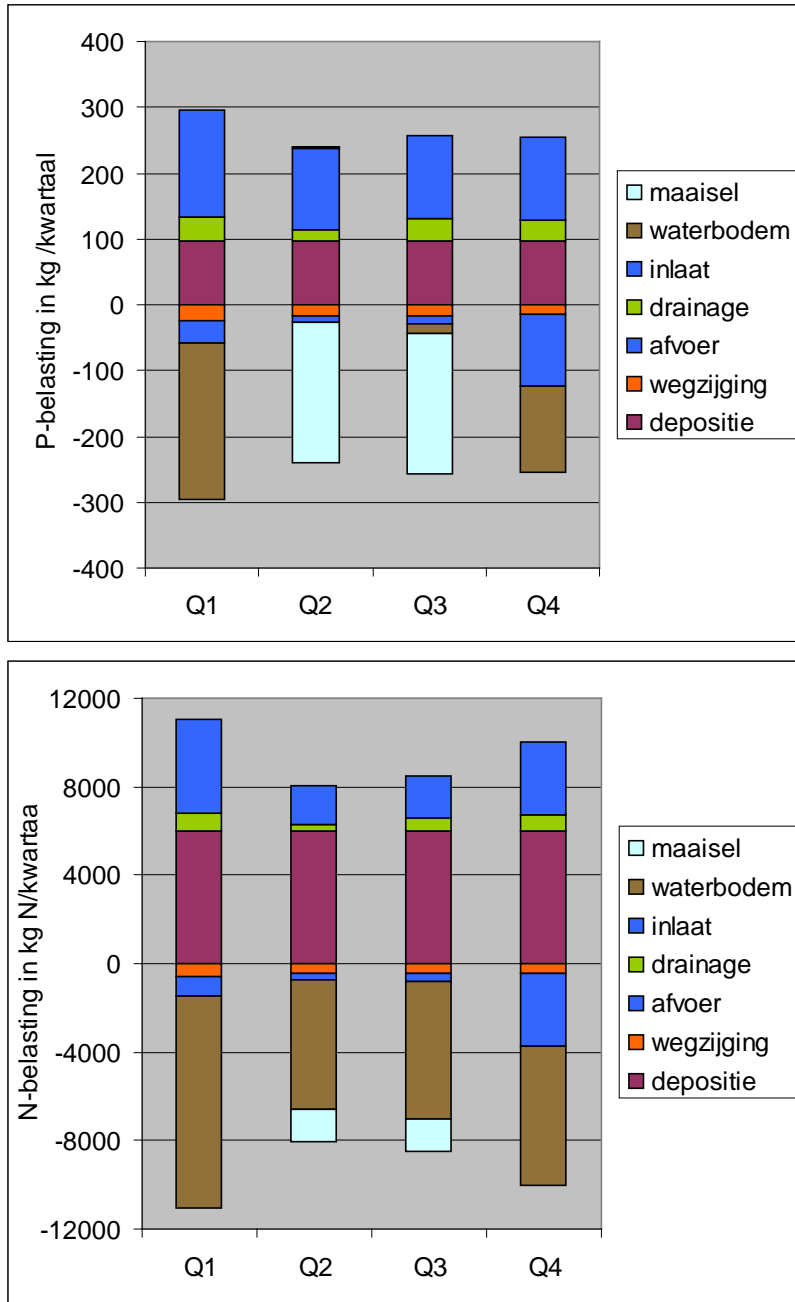
Tabel 9 Stoffenbalans Oldambtmeer

In/uit	Posten	Vrachten (kg/jaar)		Belasting (g/ m ² /jaar)		Aandeel bron (%)	
		Ntot	Ptot	Ntot	Ptot	Ntot	Ptot
In	Depositie	23.875	387	3,08	0,05	63	37
In	Inlaat	11.227	540	1,45	0,07	30	51
in	Drainage	2.566	117	0,33	0,02	7	11
Uit	Interne processen waterbodem*	-27.969	-377	-3,61	-0,05	74	36
Uit	Uitlaat	-4.710	-167	-0,61	-0,02	13	16
Uit	Afvoer maaisel	-2.984	-426	-0,39	-0,06	8	41
Uit	Wegzijging	-2.006	-73	-0,26	-0,01	5	7
	Netto	0	0	0	0		

* sluitpost

In figuur 15 zijn de posten per kwartaal weergegeven. Vooral voor P zijn er sterke seizoensverschillen te zien. In de winter is er een netto verdwijning van fosfor uit de waterkolom naar de waterbodem, terwijl in de zomer netto nauwelijks iets gebeurt. In die periode wordt een groot deel van de externe P-belasting opgenomen door planten en door het maaien ook afgevoerd.

Een klein deel van de P komt via zwevend stof binnen. De netto zwevendstofbelasting is met behulp van zwevendstofmetingen bij gemalen en in het meer geschat op 100 ton per jaar (tabel 10). Als er gemiddeld 0,5 g P/kg aan het zwevend stof gebonden blijft (gemiddelde gehalte in de huidige waterbodem) geeft dat een accumulatie van 50 kg per jaar. Dat is een minimale post op de balans.



Figuur 15 De P- (boven) en N-balans (onder) van het Oldambtmeer.

Tabel 10 Zwevend stof (ZS) belasting op het Oldambtmeer

	MP 6621 Polder Oostwold	MP6612	MP6613	*	*	MP6618	Netto belasting
ZS- concentratie (mg/l)	20	35	32	30	30	8	
ZS-vracht (kg/jaar)	26809	33871	19296	17789	28131	-25824	100071
ZS-belasting (mg/ m ² /dag)	9,48	11,97	6,82	6,29	9,94	-9,13	-35,37

* voor de schutsluis en drainage zijn de gemiddelde ZS-concentraties van de gemalen genomen.

3.5 INTERNE EN EXTERNE BELASTING (G/M²/JAAR)

In 3.3.2 zijn de totale belastingen weergegeven. In deze paragraaf worden de totale externe en interne belasting gepresenteerd in g/m²/jaar, evenals de kritische belasting die het systeem kan verdragen.

De totale externe belasting is: 0,14 g P/m²/jaar of 0,38 mg P/m²/dag; de netto interne belasting is: -0,05 g P/m²/jaar of -0,14 mg P/m²/dag (geschat als restpost). Een negatieve belasting betekent dat er P in de bodem wordt opgeslagen. Behalve de verhouding tussen interne en externe belasting is het de vraag of de totale belasting problematisch hoog is. Dit kan ingeschat worden door de kritische belasting voor het Oldambtmeer te berekenen. In BaggerNut wordt de kritische belasting bepaald met het PC Lake metamodel (Witteveen+Bos, 2010). Het PC Lake metamodel is een vereenvoudigde versie van de PC Lake, waarin de belangrijkste parameters moeten worden ingevoerd. Dat levert naast de onzekerheid van PC Lake zelf een extra onzekerheid op van ca. 20%.

Tabel 11 Invoergegevens Oldambtmeer voor PC Lake Metamodel (Witteveen+Bos, versie 0.1 beta, dd. 15 april 2010).

	INVOER	range	opm.
diepte (m)	2	0.5-4m	
aandeel moeras (m ² /m ²)	0	0-2	
strijklengte (m)	750	~300-4000m	
debiet in (mm/d)	4	4-200 mm/d	
achtergrondextinctie (-)	0,5	0.25-2	standaard = 0.5
sedimenttype	5	klei = 1, veen = 5, zand = 6	
<i>vaste uitgangspunten</i>			
	N/P-ratio = 34 in Oldambtmeer: conc. onder detectiegrens		
	peilfluctuatie = 0		
	check verblijftijd		
	500	dagen	

In bovenstaande invoer is de gemiddelde diepte van het meer (2 meter), het aandeel moeraszone (0 en 7%) en het bodemtype (zand, veen) gevarieerd. De 7% moeraszone is gelijk aan het scenario dat is berekend door Witteveen+Bos (2009). Tabel 12 toont de kritische belasting voor de verschillende situaties.

Tabel 12 Kritische belastingen voor verschillende scenario's berekend door het PC Lake metamodel.

Diepte	Aandeel moeras	Sediment-type	Pkrit (mg/m ² /dag)	Aandeel moeras
2	0	veen	0,23	0,03
2	0,07	veen	0,42	0,09
2	0	zand	0,76	0,12
2	0,07	zand	1,12	0,18

Voor het basisscenario, een veenbodem met een waterdiepte van 2 meter zonder moeraszones, is een kritische belasting nodig van 0,23 mg P/m²/dag om een omslag van helder naar troebel te bewerkstelligen. Voor dezelfde situatie met moeras of een zandbodem ligt de kritische belasting hoger (maximaal 1,2 mg P/m²/dag voor zand met moeras).

4

Slibdiagnose

De gegevens van het Oldambtmeer zijn ingevoerd in de Bodemdiagnosetool versie 1_22. De ingevulde Bodemdiagnose wordt meegestuurd met dit rapport; de invoer is weergegeven in bijlage 4. Het werkblad invoer is volledig ingevuld. Voor een aantal invoerparameters zijn keuzes gemaakt:

- De bodem blijkt heterogeen. Het deel waar B-Ware de proeven heeft uitgevoerd wijkt sterk af van de rest van het gebied, ook van de andere veengebieden. Er is in de bodemdiagnose gekozen voor een resultante P- en Fe-concentratie in sediment en P in poriewater. Er is onderscheid gemaakt in 3 delen: a) locaties 1,2,3 (veengebied nabij de uitlaat), b) overige veenmonsters (MP 4, 5, 8, 11 en 16) en c) de zand/kleimonsters (MP 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15). Op basis van de kaart (figuur 10) is bepaald dat deelgebied a ongeveer 2% van het meer bestrijkt, deelgebied b: 25% en deelgebied c: 73%. Dat leidt tot de volgende totaalgehalten (tabel 13).

Tabel 13 Bodemgegevens voor de diverse deelgebieden en het resulterende gehalte

Deelgebied	Bijdrage (%)	Fe-totaal (g/kg)	P-totaal (g/kg)	S-totaal (g/kg)	Fe/P (mol/mol)	Fe-S/P (mol/mol)
a	2	7,4	1,0	2,4	4,2	1,8
b	25	12,6	0,55	3,3	12,8	6,9
c	73	3,6	0,19	0,6	11,7	8,2
totaal	100	5,9	0,30	1,3	11,8	7,8

- Poriewatermonsters zijn alleen genomen op de 5 meetpunten die deel uitmaken van BaggerNut. Ook hier zijn enorme verschillen te zien tussen de locaties 1,2,3 en 4,5. Waterschap Hunze en Aa's heeft bewust gekozen voor deze locaties omdat ze in dit gebied de hoogste nalevering verwachtte. Zodoende kreeg het waterschap een beeld van de maximale nalevering. De locaties 4,5 lijken echter representatiever te zijn voor het hele meer dan de locaties 1,2,3. Daarom is gekozen voor het invoeren van het gemiddelde van de locaties 4,5 in de Bodemdiagnose.

Tabel 14 Poriewatergegevens in het Oldambtmeer

Meetpunt	P (mg/l)	Fe (mg/l)	S (mg/l)	Fe/P (mol/mol)
1	4,69	3,68	13,69	1,62
2	5,79	4,75	15,09	1,45
3	6,68	4,06	21,99	1,83
4	0,91	3,34	10,87	6,62
5	0,42	3,38	13,72	18,25
Gemidd.4,5	0,66	3,36	12,29	12,44

- de bodem is gekarakteriseerd als zandig en stevig
- alle zwevende stofdata zijn gebruikt en voor waarden onder de detectiegrens is $0,7 \times dg$ genomen als waarde.

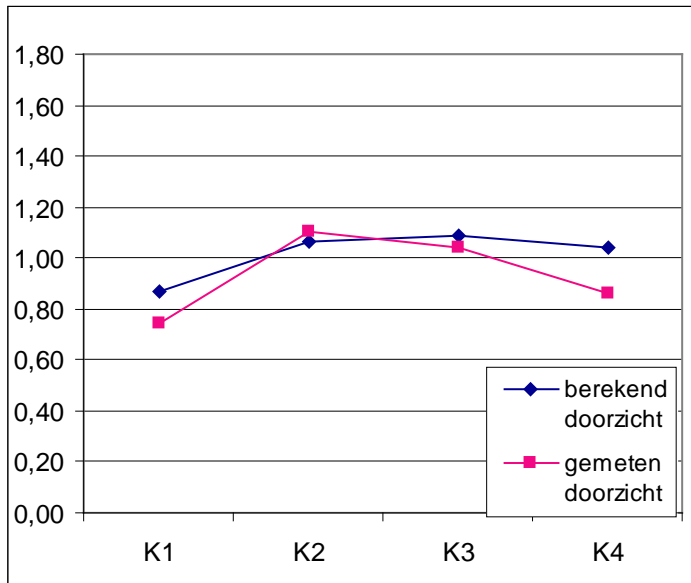
Nadat alle gegevens waren ingevoerd is de uitslag van de eerste diagnose gecheckt. Op basis van de Fe/P-ratio, het zomergemiddelde doorzicht en chlorofyl wordt een eerste indicatie gegeven of het uitvoeren van de bodemdiagnose zinvol is. De nalevering wordt geclassificeerd als hoog, terwijl de andere twee criteria gunstig scoren. Dit leidt tot de conclusie dat het niet zinvol is om de Bodemdiagnose uit te voeren. Er is namelijk geen waterkwaliteitsprobleem ten aanzien van nutriënten of zwevende stof, maar er is wel een risico op overmatige plantengroei vanwege de hoge nalevering uit de bodem (tabel 15).

Tabel 15 Resultaat van de eerste diagnose.

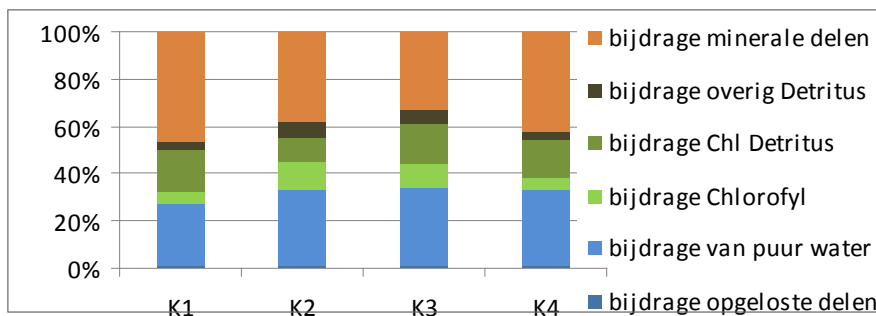
Nalevering	Doorzicht	Chlorofyl	Oordeel
hoog	helder	laag	Geen BD: risico op overmatige plantengroei

Hoewel de Bodemdiagnose eigenlijk gestopt kan worden, is in het kader van BaggerNut toch de hele Bodemdiagnose doorlopen. De meest eenvoudige vervolgstap is een analyse van het doorzicht. Werkblad '2, 3-Zwev stof en doorzicht' maakt op basis van de invoer en op basis van rekenregels onderscheid tussen de verschillende fracties. Met de regressievergelijking, waarin de verschillende componenten zijn opgenomen (water, DOC, chlorofyl, detritus en minerale delen), wordt het doorzicht berekend. Figuur 16 toont het berekende en gemeten doorzicht. De berekeningen zijn zo goed als gelijk aan de metingen. De bijdrage van de berekende componenten aan de licht uitdoving is weergegeven in figuur 17. Over het jaar heen zijn water (30%) en minerale delen (40%) het grootst. De rest van de uitdoving wordt bepaald door de organische fractie. Het onderscheid tussen minerale en organische fractie is gebaseerd op een standaardverdeling. In het Oldambtmeer wordt geen gloeirest gemeten in het zwevende stof. Gezien de grootte van het meer kan het

opwervelen van zwevende stof wel een rol gaan spelen als er meer slib op de bodem komt.



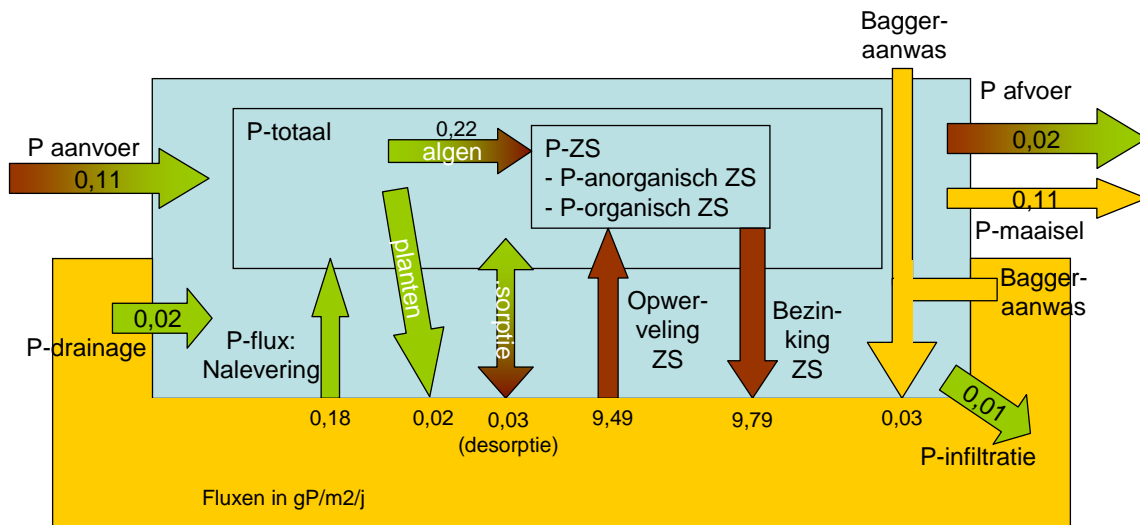
Figuur 16 Het gemeten doorzicht in het Oldambtmeer versus het berekende doorzicht.



Figuur 17 De bijdrage van verschillende componenten aan de lichtuitdoving.

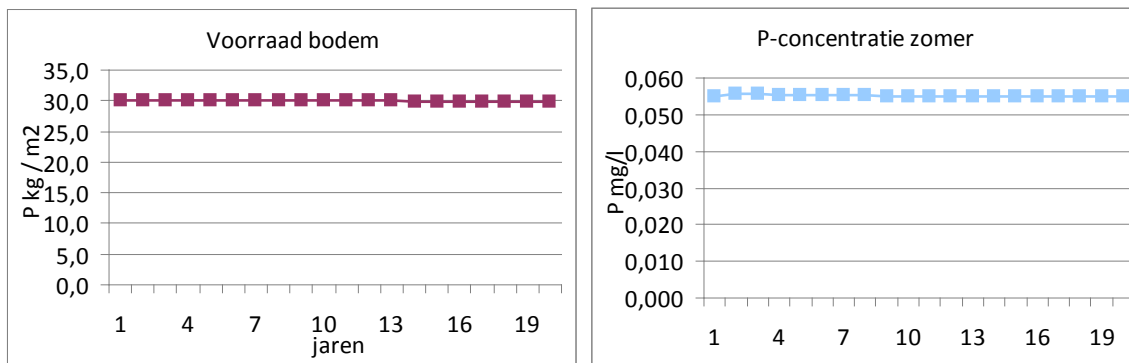
Vervolgens zijn de resultaten van de balansberekening voor de huidige situatie bekeken. Voor de balans wordt gebruik gemaakt van de poriewatergegevens. Het is opvallend dat de berekende flux op basis van de Fe/P-ratio veel hoger is (9,55 g/m²/jaar) dan op basis van poriewater (0,18 g/ m²/jaar).

In figuur 18 zijn alle externe en interne fluxen voor de huidige situatie weergegeven. De externe P-belasting van 0,11 g/m²/jaar en een interne flux van 0,18 g/m²/jaar geven aan dat de interne bron een relevante factor is, maar de verhouding is niet alarmerend. De P die wordt afgevoerd via maaisel is vergelijkbaar met de externe belasting. Dat is gunstig, want daardoor is er geen netto-oplading, hetgeen in meren meestal het geval is. De algen gebruiken ruim 2 g P/m²/jaar.



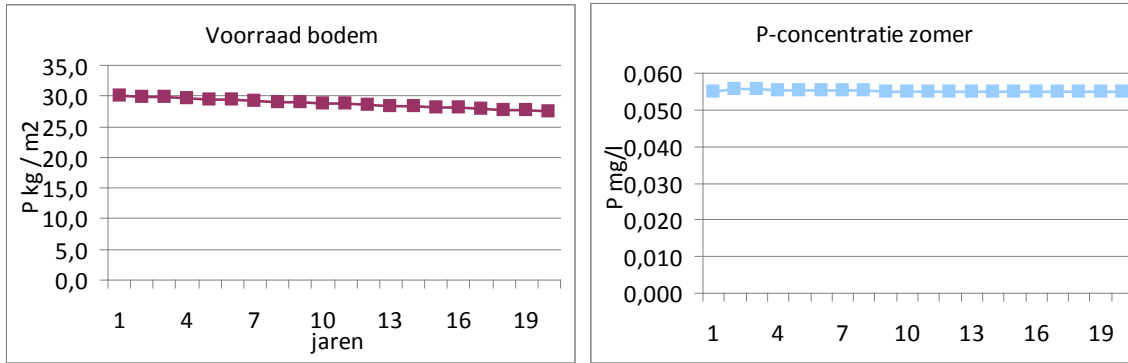
Figuur 18 De door de bodemdiagnose berekende fluxen voor de huidige situatie in het Oldambtmeer.

Nadat de huidige situatie is berekend, wordt de autonome ontwikkeling berekend. Figuur 19 toont dat zowel de concentraties in de bodem als de concentraties in het oppervlaktewater nauwelijks veranderen gedurende 20 jaar. Dat is ook niet verbazingwekkend, gezien het feit dat de aan en afvoer nagenoeg gelijk zijn.



Figuur 19 De autonome ontwikkeling voor de P-concentratie in oppervlaktewater en in de bodem.

De P-concentraties en de belastingen zijn zeer laag. Maatregelen kunnen nauwelijks leiden tot lagere concentraties. Diverse inlaten worden gedefosfateerd. De berekeningen geven aan dat door het maaien de netto P-belasting van het Oldambtmeer nihil is. Meer maaien zou zelf kunnen leiden tot vershraling. Daarom is de Bodemdiagnose nogmaals doorgerekend met een dubbele hoeveelheid afvoer t.g.v maaien. Figuur 20 toont dat de bodemvoorraad zeer langzaam daalt. In de zomerconcentratie P is er nauwelijks effect te zien.



Figuur 20 De berekende P-concentraties in bodem en water ten gevolge van intensivering van het maaibeheer.

De bodemdiagnose doet ook een uitspraak over de kans dat de waterbodem een sterke bijdrage levert aan verlaging of zelfs uitputting van de zuurstofconcentratie in het oppervlaktewater. Op basis van de kenmerken van het Oldambtmeer wordt niet verwacht dat de waterbodem een relevante factor is die kan zorgen voor zuurstofarme of zuurstofloze omstandigheden. Tabel 16 toont de relevante kenmerken en het oordeel.

Tabel 16 Resultaat van het werkblad zuurstof.

Type	diepte	Stroming	Bodem	Opwoeling door scheepvaart	Oordeel zuurstof
plassen	ondiep (<3m)	Langzaam (< 0,5 m/s)	zandige 'normale' bodems	nee	laag/geen risico

5

Conclusie en aanbevelingen

5.1 CONCLUSIES

Het doel van de watersysteemanalyse is tweeledig:

1. Input leveren voor de (ontwikkeling van de) bodemdiagnose-tool;
2. Inzicht geven in het functioneren van het watersysteem en de rol van de waterbodem hierin.

De waterbodem van het Oldambtmeer bevat geen extreem hoge P-gehalten. Ook in de veengebieden liggen de P-totaalgehalten in de bodem lager dan de gestelde 1,36 g/kg, al is daar wel sprake van een opgeladen bodem. De klei/zand-gebieden bevatten relatief lage concentraties. De waterbodemmetingen geven aan dat de naleveringspotentie in het veengebied nabij het uitstroompunt veel hoger is, dan elders (ook in de andere veengebieden). De Fe/P en (Fe-S)/P- ratio's scoren in het veengebied matig en in het veengebied nabij de uitlaat zeer matig, terwijl de ratio's in het overige gebied (bijna) goed scoren.

De waterbalans is in hoge mate gelijk aan de waterbalans die Witteveen+Bos (2009) eerder heeft opgesteld, maar de concentraties van het inlaatwater zijn de laatste paar jaar flink gedaald (mede, maar niet alleen door defosfatering). Door de lagere concentraties van het inlaatwater is de totale externe belasting aanzienlijk lager. De in dit rapport opgestelde stoffenbalans geeft aan dat het inlaatwater weliswaar een substantiële bron is, maar dat deze absoluut gezien laag is (0,05 g/m²/jaar), waardoor voor P de depositie bijna even groot is als het inlaatwater (samen goed voor 87% van de totale belasting).

De stoffenbalans toont dat er een aanzienlijke hoeveelheid P 'verdwijnt' uit de waterkolom. Afvoer is een geringe post; ondanks de lage chlorofylconcentraties wordt een flink deel van de P-belasting opgenomen door algen. Verder nemen planten P op uit het water en uit de bodem. Vooralsnog is aangehouden dat het P in planten voor 10% uit de waterfase wordt opgenomen en voor 90% uit de

bodem. Het maaien van die planten leidt tot afvoer van P uit het systeem, waardoor er geen accumulatie optreedt, maar een hele lichte verwijdering. Dit is echter niet terug te zien in de autonome ontwikkeling.

Hoewel de berekeningen met het PC Lake meta-model uiterst voorzichtig geïnterpreteerd moeten worden, laat het model zien dat de huidige belasting iets lager ligt dan de gemiddelde kritische belasting die het meer van helder naar troebel doet omslaan. De kritische belasting voor veenbodems ligt iets lager, maar dit is een beperkt deel van het meer. Vooralsnog is er sprake van een netto flux naar de bodem en valt niet te verwachten dat er op korte termijn grote problemen gaan optreden. Het ontbreekt aan voldoende begrip van het systeem om harde uitspraken te doen over de ontwikkeling op de langere termijn. Het nemen van preventiemaatregelen lijkt de beste optie. Het realiseren van moeraszones en het afvoeren van plantenmateriaal lijken daarvoor goede maatregelen. Dat laatste werd bevestigd in de slibdiagnose. Als twee keer zoveel planten worden zouden worden geoogst is er sprake van netto afvoer in het systeem.

5.2 AANBEVELINGEN

Het zou goed zijn om beter te kwantificeren hoeveel maaisel er wordt afgevoerd en hoeveel C, P en N daarin zit.

Het is goed om de ontwikkeling van de toplaag te volgen, zodat duidelijk is hoeveel accumulatie ongeveer optreedt in de toplaag. Het is hierbij aan te raden om niet zo frequent, maar wel veel meetpunten te monitoren aangezien de heterogeniteit van de bodem er groot is.

De KRW-Ecologytool geeft aan dat nutriënten in de huidige situatie geen limiterende factor zijn. De focus zou moeten liggen op oeverinrichting.

6

Referenties

Boers, P. en Uunk, J. (1990). Methode voor het schatten van de nalevering van fosfaat door de waterbodem na vermindering van de externe belasting. DBW/RIZA Lelystad afdeling AOCH nota nr. 90.032.

Geurts, J. J. M., 2010. Restoration of fensandpeatlakes: a biogeochemical approach. Proefschrift RU Nijmegen.

Jaarsma, N., M. Klinge, L. Lamers, 2008. Van helder naar troebel.....en weer terug. STOWA-rapport 2008-04. <http://themas.stowa.nl>

Min. IenM, 2009. Handreiking beoordelenwaterbodems.

Stolk AP. (2001). Landelijk meetnet regenwatersamenstelling, meetresultaten 2000. RIVM rapport 723101 057/2001.

Witteveen+Bos, 2009. Effecten peilbeheer en waterberging Oldambtmeer. Rapport VDM53-1.

Witteveen+Bos, 2010. PC Lake Metamodel (Excel spreadsheet versie 0.1 beta, dd. 15 april 2010).

Bijlage 1

Meetdata bodemmonsters Oldambtmeer

SEDIMENT

parameter--> eenheid-->	bodemtype volgens kaart	ligging x	ligging y	diepte cm	vochtgehal % (g/g)	droge stof kg ds/ l	OS ver %	P-totaal g/kg	Fe-totaal g/kg	S-totaal g/kg	Fe-oxalaat g/kg	P-oxalaat g/kg
Oldambtmeer 1	veen	264846	578908	0-10	52	0,71	22,6	0,79	5,23	1,73	3,81	0,59
Oldambtmeer 2	veen	264846	578908	0-10	67	0,35	29,0	1,12	9,15	2,74	4,74	0,66
Oldambtmeer 3	veen	264846	578908	0-10	60	0,55	26,9	1,00	7,85	2,86	2,90	0,48
Oldambtmeer 4	veen	265216	578795	0-10	67	0,39	13,0	0,40	5,03	1,93	2,22	0,20
Oldambtmeer 5	veen	264261	577477	0-10	68	0,36	11,7	0,23	7,51	1,42	2,64	0,10
Oldambtmeer 7	zand	264886	579750	0-10	21	1,48	0,6	0,03	0,84	0,09	0,25	0,02
Oldambtmeer 8	veen	265074	579415	0-10	79	0,24	45,5	0,57	11,89	4,05	6,36	0,39
Oldambtmeer 9	zand/kleiveen	265579	579715	0-10	45	0,84	7,5	0,10	1,86	0,54	0,97	0,07
Oldambtmeer 10	potklei	265902	579967	0-10	31	1,10	2,8	0,07	1,57	0,17	0,86	0,05
Oldambtmeer 11	veen	265643	579398	0-10	57	0,56	26,6	0,84	21,31	2,98	9,87	0,57
Oldambtmeer 12	zand/kleiveen	266078	579356	0-10	48	0,66	10,0	0,14	2,26	0,63	0,88	0,09
Oldambtmeer 13	zand	266113	578828	0-10	52	0,54	8,0	0,18	3,06	0,41	2,39	0,18
Oldambtmeer 14	zand/klei	266706	578452	0-10	48	0,63	13,0	0,57	7,81	1,13	4,09	0,44
Oldambtmeer 15	zand/klei	264340	576961	0-10	60	0,53	16,1	0,25	7,53	1,35	2,17	0,11
Oldambtmeer 16	veen	264792	577008	0-10	84	0,16	35,9	0,70	17,35	6,31	8,28	0,38
gemiddelde veen123	veen						26,2	0,97	7,41	2,44	3,82	0,58
gemiddelde veen4,5,8,11,16	veen				67	0,41	26,5	0,55	12,62	3,34	5,87	0,33
gemiddelde zand/klei								0,19	3,56	0,62	1,66	0,14

PORIEWATER

parameter--> eenheid-->	bodemtype volgens kaart	ligging x	ligging y	pH	Alkaliniteit meq/l	Sulfide umol/l	P umol/l	PO4 umol/l	S umol/l	Ca umol/l	Fe umol/l	NO3 umol/l	NH4 umol/l	Fe/P mol/mol
Oldambtmeer 1	veen	264846	578908	6,50	1,07	0,36	151,53	42,42	114,90	1381,99	245,30	0,00	870,75	1,6
Oldambtmeer 2	veen	264846	578908	6,11	0,54	0,36	186,89	78,65	148,39	937,62	270,37	0,16	499,16	1,4
Oldambtmeer 3	veen	264846	578908	7,01	1,55	0,36	215,60	15,50	126,91	1782,68	394,09	2,09	970,18	1,8
Oldambtmeer 4	veen	265216	578795	6,69	0,54	0,16	29,44	8,28	104,30	719,06	194,81	0,00	306,17	6,6
Oldambtmeer 5	veen	264261	577477	6,66	0,9	0,5	13,47	1,02	105,68	1368,51	245,84	0,69	18,45	18,3









Locatie	x	y	Vocht %	Kg droog / liter vers	Fractie org.stof	Destructie (mmol/liter verse bodem)										
						Totaal Al	Totaal Ca	Totaal Fe	Totaal K	Totaal Mg	Totaal Mn	Totaal Na	Totaal P	Totaal S	Totaal Si	Totaal Zn
Oldambtmeer 7	264886	579750	21,15	1,484	0,01	73,48	22,22	22,30	8,32	12,68	0,30	1,73	1,33	4,21	9,80	0,12
Oldambtmeer 8	265074	579415	79,00	0,243	0,66	82,09	55,44	51,65	11,51	21,70	0,58	4,01	4,49	30,70	2,02	0,14
Oldambtmeer 9	265579	579715	44,71	0,840	0,07	62,42	38,41	27,93	4,74	9,90	0,45	2,91	2,85	14,19	4,75	0,06
Oldambtmeer 10	265902	579967	31,42	1,100	0,03	47,18	21,50	30,91	5,63	10,15	0,44	1,94	2,52	5,88	3,97	0,08
Oldambtmeer 11	265643	579398	57,25	0,557	0,27	279,60	103,10	212,58	37,58	76,92	3,05	6,87	15,09	51,82	7,99	0,48
Oldambtmeer 12	266078	579356	48,13	0,665	0,10	81,67	39,93	26,99	6,18	14,61	0,43	3,36	2,98	13,02	5,37	0,08
Oldambtmeer 13	266113	578828	51,62	0,543	0,08	49,70	26,70	29,75	5,80	10,83	0,55	1,90	3,17	6,91	3,49	0,06
Oldambtmeer 14	266706	578452	47,87	0,626	0,13	128,65	52,09	87,58	17,47	25,33	1,15	3,58	11,59	22,14	5,11	0,24
Oldambtmeer 15	264340	576961	59,79	0,533	0,16	169,18	58,33	71,88	19,40	37,26	0,71	4,07	4,26	22,56	5,01	0,20
Oldambtmeer 16	264792	577008	84,18	0,159	0,36	90,82	75,44	49,29	10,46	23,63	0,96	3,55	3,60	31,26	2,32	0,14

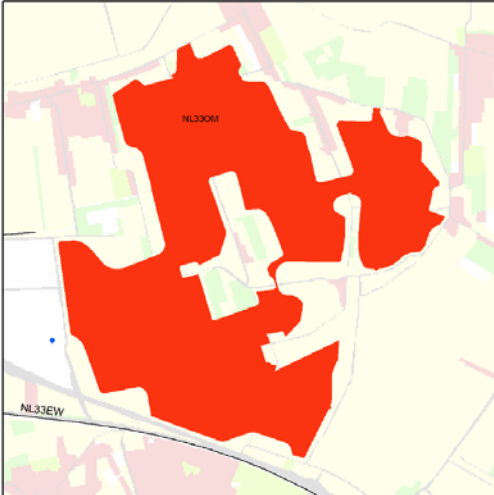
Locatie	Zout extractie (µmol/l verse bodem)											Oxalaat extractie (mmol/l verse bodem)				
	Al - zout	Ca - zout	Fe - zout	K - zout	Mg - zout	Mn - zout	P - zout	S - zout	Si - zout	Zn - zout	NO3 - zout	NH4 - zout	Al	Fe	Mn	P
Oldambtmeer 7	0,79	9286,74	1,38	866,70	2132,26	64,95	0,24	185,18	108,42	3,08	32,5	133,9	8,07	6,55	0,20	0,95
Oldambtmeer 8	17,15	19257,77	155,77	753,65	4448,27	142,10	4,34	166,36	320,80	6,13	23,4	1110,1	14,43	27,64	0,26	3,08
Oldambtmeer 9	28,02	17670,59	107,40	732,76	3616,86	147,46	4,78	85,58	180,66	2,49	23,9	954,0	22,01	14,55	0,23	1,95
Oldambtmeer 10	14,30	12676,03	74,36	1066,80	2680,47	203,03	3,42	130,05	147,81	3,59	36,6	1126,0	8,27	17,01	0,29	1,75
Oldambtmeer 11	54,57	25894,90	3119,00	2190,53	6669,75	609,72	12,63	468,14	490,84	5,60	26,4	7023,0	28,22	98,46	1,37	10,27
Oldambtmeer 12	5,34	14761,64	9,73	923,15	4781,24	84,73	2,30	122,83	171,83	4,03	49,2	521,2	14,34	10,45	0,22	1,99
Oldambtmeer 13	0,83	14548,68	27,68	1305,16	3778,88	152,86	2,64	847,41	157,11	1,88	34,8	515,6	22,32	23,22	0,47	3,08
Oldambtmeer 14	56,06	19088,44	1206,71	1723,65	3237,61	349,09	6,53	170,22	232,06	8,35	28,6	1413,0	21,20	45,86	0,55	8,88
Oldambtmeer 15	4,50	19882,11	99,59	1360,64	5431,08	117,78	3,26	407,39	211,34	5,17	21,1	1161,8	13,68	20,73	0,25	1,93
Oldambtmeer 16	2,75	19270,64	8,69	846,90	3873,61	95,88	6,08	2421,08	162,34	0,75	23,9	1380,5	9,99	23,52	0,48	1,96

Bijlage 2

Factsheet KRW toestand
(2009)

Basisgegevens	
Naam	Oldambtmeer
Code	NL33OM
Status	Kunstmatig
Type	M14 - Ondiepe gebufferde plassen
Stroomgebied	Eems
Waterbeheergebied	Waterschap Hunze en Aa's
Provincie	Groningen
Gemeente	Reiderland, Scheemda, Winschoten

Legenda	
	Geselecteerd waterlichaam
	Geselecteerd waterlichaam
	Overige waterlichamen
	Overige waterlichamen
	Zwemwater
	Provinciegrens
	Natura2000 gebied
	Grondwaterbeschermingsgebied



Karakterschets van het waterlichaam

Percentelijk (2004) aangelegd, middelgrote gebufferde zoet meer in laagveen- of zeekleigebied. Het water wordt gevoed door regen, grondwater en/of instromend oppervlaktewater. Het meer heeft een bergingsfunctie; het peil fluctueert maximaal 40 cm.

Onderbouwing van de status "Kunstmatig"

Dit waterlichaam heeft de status kunstmatig omdat het door mensen gegraven is, dan wel zodanig vergraven is dat feitelijk sprake is van een gegraven water op de plek van het oorspronkelijke water

Biologische en algemeen fysisch chemische toestand

De maatlatten zijn gebaseerd op doeltipe M14 (Ondiepe gebufferde plassen)

Maatlat	Huidige situatie	GEP
Macrofauna (EKR)	0,4	≥0,6
Macrofyten (EKR)	0,43	≥0,58
Vis (EKR)	0,5	≥0,6
Fytoplankton (EKR)	0,77	≥0,6
Totaal fosfaat (zomergemiddelde) (mg P/l)	0,09	≤0,10
Totaal stikstof (zomergemiddelde) (mg N/l)	2,3	≤4
Chloride (zomergemiddelde) (mg Cl/l)	144	≤200
Temperatuur (maximum waarde) (°C)		≤25
Doorzicht (zomergemiddelde) (Meter)	0,9	≥0,6
Zuurgraad (zomergemiddelde) (-)		5,5-8,5
Zuurstofverzadiging (zomergemiddelde) (%)		60-120

De kolom Huidige situatie bevat waarden die door de beheerders zijn ingeschat.

Bijlage 3 Methode balansen

WATERBALANS

Periode: interval en jaar

- Er wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van bestaande gegevens mits er geen grote veranderingen in het systeem zijn opgetreden. Dit betreft metingen, reeds opgestelde waterbalansen, reeds uitgevoerde modelberekeningen in bijvoorbeeld SOBEK (Fryslan) of Delft3D (Rijnland)
 - Het analyseren van het watersysteem kan op verschillende manieren. De meest geschikte methode is afhankelijk van de:
 - locatie specifieke kenmerken
 - vragen vanuit het waterschap
 - beschikbare informatie van het systeem.
- Waterbalansen worden in eerste instantie opgesteld op basis van kwartalen. Dit sluit aan bij de KRW-verkenner en bij de aanpak in uitspoelingsmodellen zoals Nutricalc, IwanH. Achtergrond hiervan is onder andere dat uitspoelingsvrachten sterk variëren per kwartaal. De keuze voor kwartalen is geen harde keuze. Indien gegevens te beperkt zijn wordt aangeraden om minimaal onderscheid te maken tussen winterhalfjaar (okt-mrt) en zomerhalfjaar (apr-sept). Dit sluit aan bij KRW.
- Voor de locaties die met het nutriëntenscreeningmodel worden doorgerekend, wordt de water- en stoffenbalans op maandbasis vastgesteld, omdat de fluctuatie door het jaar heen dan beter te bepalen is. Indien maandbasis niet mogelijk is i.c.m. het screeningmodel zal dit in het rapport voor de betreffende locatie worden gemotiveerd.
- Afhankelijk van de beschikbaarheid van gegevens wordt een waterbalans gemaakt voor (in voorkeursvolgorde):
 - Gemiddeld. Als alle posten bekend zijn voor een groot aantal jaren kunnen gemiddelden per post berekend worden, waarna vervolgens de hele balans opgesteld worden.
 - Indien niet alle posten bekend zijn of de set gegevens maar voor een beperkt aantal jaren beschikbaar is wordt per jaar een balans opgesteld, vervolgens kan deze balans voor meerdere jaren opgesteld worden.
 - Specifiek jaar
 - Samenraapsel van jaren en gemiddelden
- Op de balansen worden brutoposten vermeld. De basis gegevens mogen een veel hoger detailniveau (bijv. wateraan- en afvoer op dagbasis) hebben dan het niveau waarop de balansen worden bepaald. Dit is afhankelijk van de beschikbaarheid van gegevens.

Begrenzing

Als begrenzing wordt in principe de rand van het waterlichaam gekozen.

Met name voor poldersystemen en kanaalsystemen die wateraan- en afvoer regelen naar een achterliggend gebied zal de keuze van de begrenzing goed overwogen moeten worden. In een dergelijk systeem zal in het winterhalfjaar de waterafvoer belangrijker zijn dan in het zomerhalfjaar. Soms kunnen de stromingsrichtingen zelfs omkeren. Het is lastig om een dergelijk waterlichaam los te beschouwen van de sloten of kanalen waarnaar/waarvan het water afvoert. Vaak zijn de inlaten en de uitlaten onbekend. Wanneer inlaten en uitlaten onbekend zijn kan overwogen worden om de waterbalans op een ander schaalniveau op te stellen. Bijvoorbeeld voor alle waterlopen in een bepaalde afwateringseenheid. Voordeel hiervan kan zijn dat op deze schaal de aan- en afvoerposten beter ingeschat kunnen worden en het hele systeem beter begrepen wordt. Ook kan er op deze manier beter onderscheid gemaakt worden tussen gebiedseigen en gebiedsvreemd water. Nadeel van een dergelijke aanpak is dat de situatie in het waterlichaam zelf minder goed bekend is. Een voorbeeld van een dergelijke aanpak is toegepast in de WSA van rivierenland. Door middel van kaartbeelden van water- en waterbodemkwaliteit is hier toch inzicht gegeven in de waterkwaliteit en waterbodemkwaliteit op een kleiner schaalniveau. De keuze van de begrenzing moet optimaal gekozen worden voor zowel de water- als stoffenbalans.

Beoordeling van de betrouwbaarheid

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden [Van de Most, 1998]. Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (CORemissionInventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A: een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B: een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de representatieve locaties;
- C: een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;
- D: een getal gebaseerd op een gering aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E: een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

Eenheden

De waterbalans wordt zowel in mm als in m³ per tijdseenheid (afhankelijk hoe de balans wordt opgesteld) weergegeven. Bij voorkeur wordt ook aangegeven welk % de post bijdraagt aan de aan- of afvoer van water.

Neerslag en verdamping

Afhankelijk van de temporele resolutie van de balans is het mogelijk o.b.v. van onderstaande methoden neerslag en verdamping voor een specifiek jaar te berekenen of een gemiddelde te berekenen voor een langere periode

- Neerslag en verdamping uit een bestaand model van het balans gebied gebruiken.
- Neerslag en referentiegewasverdamping bepalen o.b.v. dichtstbijzijnde KNMI stations.
- Voor gemiddelde jaren op een gemiddelde locatie in Nederland zijn neerslag en verdampingsgetallen in mm/jaar berekend (tabel 1). Indien neerslag en verdamping niet een heel belangrijk aandeel hebben in de totale balans kan gebruik gemaakt worden van deze.
- De referentiegewas verdamping moet vervolgens omgezet worden naar openwater verdamping. Hiervoor zijn verschillende methoden mogelijk:
 - Als verdamping een belangrijk post is (vooral bij meren) kan gebruikt gemaakt worden van De Bruijn en Keijman (http://www.stowa.nl/Uploads/publicaties/Rapport%202009-11_LR.pdf 5).
 - verdamping cf open waterverdamping Penman-Monteith (zie Droogers, 2009).
 - In het geval van een relatief klein aandeel van verdamping op de totale balans kan de makkink factor voor openwaterverdamping gebruikt worden (cultuurtechnisch vademecum: factor 1.25)

naam eenheid	neerslag mm/maand	verdamping* mm/maand
Jan	71	15
feb	73	9
mrt	63	23
apr	41	55
mei	65	92
jun	56	106
jul	100	123
aug	89	116
sep	73	83
okt	77	54
nov	82	34
dec	72	15

Kwel/wegzijing

- Bepalen o.b.v. van bestaande kaarten / modellen van de locatie
- Wateratlas van een provincie

- Op basis van het NHI, het betreffende waterschap moet deze gegevens dan wel beschikbaar hebben
- Schatting van het waterschap
- Als restpost mits de overige posten en het waterpeil goed bekend zijn.

Infiltratie / drainage

- Bepalen o.b.v. van bestaande modellen van de locatie
- Op basis van het NHI, het betreffende waterschap moet deze gegevens dan wel beschikbaar hebben (niet heel betrouwbaar)
- Schatting van het waterschap
- Als restpost mits de overige posten en het waterpeil goed bekend zijn.

Inlaat en uitlaat vanuit aanliggend oppervlaktewater

- Meetgegevens (debeten x draaiuren x capaciteit) van kunstwerken
- Een inschatting door het waterschap
- Respost indien de overige posten goed bekend zijn

Berging

Indien het peilbeheer van het watersysteem goed wordt gemonitord in dezelfde frequentie als de overige waterbalansposten.

Sluiten van de balans

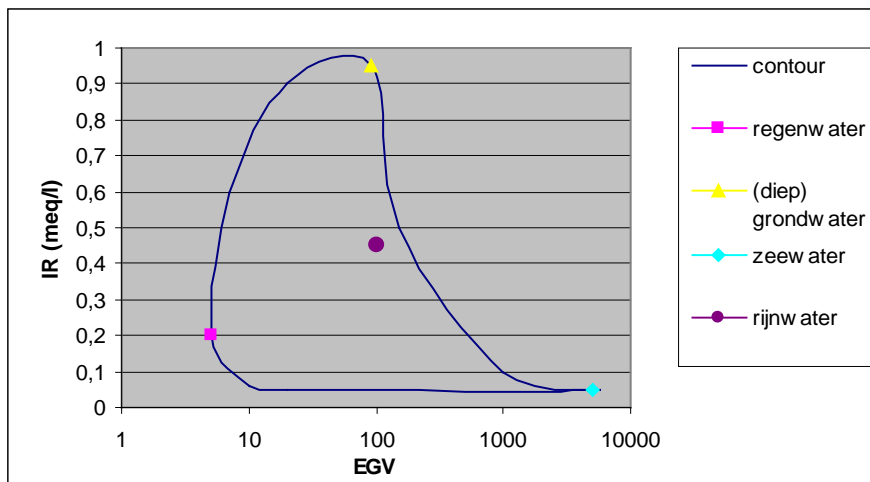
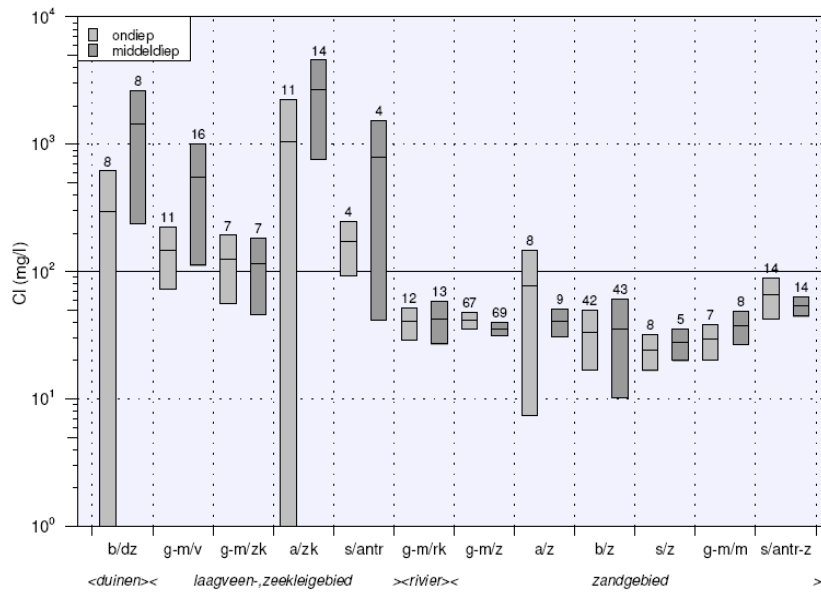
Het zal vaak voorkomen dat de waterbalans wordt geschat op basis van meerdere onzekere posten. Met behulp van chlorideconcentraties kan de waterbalans gecheckt worden. Het is dan wel nodig om de concentraties in de aanvoerstromen te kennen. Regenwater bevat 3 mg Cl/L. Voor grondwater kan (indien er geen metingen zijn) aangenomen worden dat de chlorideconcentratie 40 mg Cl/L bevat in zand gebieden, 150 mg/L in rivierkleigebieden en 250 mg/L in zeeklei/veengebieden (zie ook figuur 1).

Het karakter van geïsoleerde systemen (vennen, plassen) die voornamelijk door grond- en regenwater gevoed kan worden bepaald met zogenaamde EGV-IR-diagrammen (zie figuur 2). De plek van het oppervlaktewater in het diagram kan worden bepaald door de ionenratio (IR) te berekenen volgens:

$IR \text{ (meq/L)} = \frac{[\frac{1}{2}Ca^{2+}]}{[\frac{1}{2}Ca^{2+}] + [Cl^{-}]}$ (met Ca en Cl in mmol/L) ofwel:

$IR \text{ (meq/L)} = \frac{40x[\frac{1}{2}Ca^{2+}]}{40x[\frac{1}{2}Ca^{2+}] + 35x[Cl^{-}]}$ (met Ca en Cl in mg/L)

De EGV wordt meestal regulier gemeten.



STOFFENBALANS

Op basis van de waterbalans wordt de stoffenbalans opgesteld. Het is daarbij van belang of de problemen gerelateerd zijn aan totaal P of aan opgelost P. Voor totale concentratie P in oppervlaktewater (zo is de KRW-norm gedefinieerd) is de rol van zwevend stof vaak van groot belang. Het transport van P naar de boezem of benedenstrooms water wordt vaak gedomineerd door het transport van zwevend stof (opgewervelde waterbodem) en niet door flux van opgelost P uit de waterbodem

Baggernut is vooral gericht op P, omdat N-rijke waterbodem zich in het algemeen snel 'aanpast' aan de externe belasting. Voor het functioneren van het ecosysteem is N echter wel van groot belang. Een reductie van P-belasting kan zijn effect volledig missen als het systeem (mede) gelimiteerd wordt door stikstof, koolstof of silicium. Uit data van de Nederlandse meren blijkt dat de

N:P-ratio sterk verandert tijdens de seizoenen, doordat stikstofconcentraties in de winter hoog, en in de zomer lager zijn. De verhoudingen liggen over het algemeen boven de 30 en zijn dus indicatief voor P-limitatie, behalve in Noord-Holland, waar ze gemiddeld tussen de 10 en de 20 schommelen. Loeb en Verdonschot (2008). Een ratio van 30 indiceert P-limitatie, maar dat hoeft zeker niet voor alle organismen het geval te zijn. N meenemen behalve als het een te grote extra inspanning is.

De methode voor de stoffenbalans hangt samen met de gekozen methode voor de waterbalans (zie boven).

Eenheden

De stoffenbalans wordt zowel in kg P en N als in g/m² per tijdseenheid (afhankelijk hoe de balans wordt opgesteld) weergegeven. Bij voorkeur wordt ook aangegevens welk % de post bijdraagt aan de aan- of afvoer van stoffen.

Inlaat / uitlaat

1) inlaat via gemalen:

Inlaat via gemalen is een duidelijk gedefinieerde waterstroom met een duidelijke richting (al kan dat verschillen tussen per seizoen):

- De belasting wordt gebaseerd op de totale concentratie in het inkomende of uitgaande water. De concentratie N-tot is gebaseerd op de som van N-NH₄, N-NO₃, N-NO₂ en N-organisch. N Kjeldahl bestaat uit NH₄, NH₃ en Norganisch. De concentratie P-tot is gebaseerd op PO₄, P-mineralen in zwevend stof en organisch P.
- Voor inlaatwater is het nodig dat gegevens van hH3et ingelaten water nabij het gemaal beschikbaar zijn; voor uitgaand water wordt de kwaliteit van de Baggernut-locatie zelf genomen. Er wordt een gemiddelde kwaliteit (per kwartaal/maand) genomen over maximaal de laatste 10 jaar, tenzij er een duidelijke trend is. Dan wordt gemiddeld over recente jaren die een (redelijk) stabiel beeld geven.
- Soms is er geen kwaliteit bij het inlaatpunt bekend maar wel een beeld van de waterkwaliteit in bijvoorbeeld een bepaalde polder. Zeker als er weinig locatiespecifieke gegevens zijn, kan algemene kwaliteit betrouwbaarder zijn. Voor de WSA in Fryslan is voor inlaatwater uit polders gekozen om gebruik te maken van de algemene waterkwaliteit in deze polders.
- De belasting wordt verkregen door:

$$Belasting_x = \frac{Q_{water,x} \times C_{stof,x}}{oppervlak}$$

Waarin:

- P = de belasting via bron x (g/m²/kwartaal)
 Q = debiet via bron x (m³/kwartaal)
 C = totale concentratie
 Oppervlak = het oppervlak van het water (m²)

2) inlaat via vrije in- en uitstroom

Vrije in en uitstroom van water is niet altijd makkelijk te kwantificeren, vooral in systemen met een redelijke verblijftijd, waar sprake is van 'heen en weer' stromen ten gevolge van bijvoorbeeld wind. Bovendien kunnen (cumulatief) grote volumes uitstromen en weer instromen, hetgeen een theoretisch korte verblijftijd geeft in het betreffende deel van het systeem (bijv. Kleinvogelenzang in Reeuwijkse plassen). Uitgangspunt is echter dat dezelfde aanpak wordt gebruikt als voor gemalen.

- De belasting wordt gebaseerd op de totale concentratie in het inkomende of uitgaande water. De concentratie N-tot is gebaseerd op de som van N-NH₄, N-NO₃, N-NO₂ en N-organisch. De concentratie P-tot is gebaseerd op PO₄, P-mineralen in zwevend stof en organisch P.
- Voor inlaatwater is het nodig dat gegevens van het instromende water beschikbaar zijn; voor uitgaand water wordt de kwaliteit van de Baggernutlocatie zelf genomen. Er wordt een gemiddelde kwaliteit (per kwartaal/maand) genomen over maximaal de laatste 10 jaar, tenzij er een duidelijke trend is. Dan wordt gemiddeld over een aantal jaren dat (redelijk) stabiel is.
- De belasting wordt verkregen door de concentratie in het inlaatwater te vermenigvuldigen met het watervolume.

Neerslag

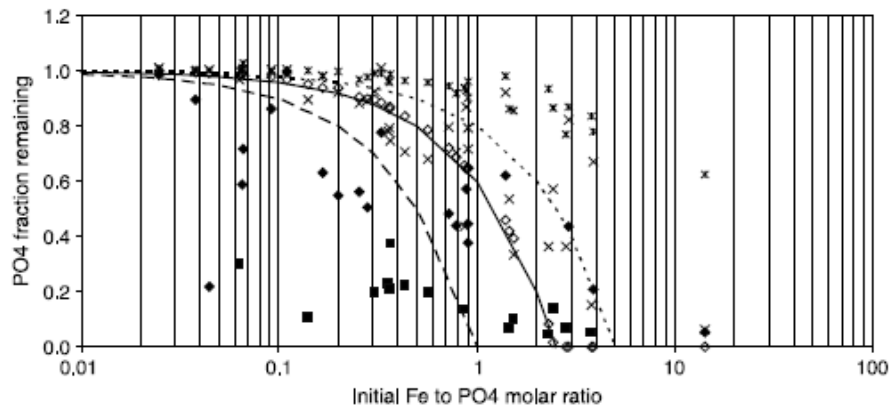
Er kan worden gerekend met de volgende concentraties N en P in neerslag: 0,0024 mg N /l en 0,000057 mg P/l. (Stolk, 2001). Deze kan met behulp van de berekende hoeveelheid neerslag omgerekend worden naar een belasting in g/m².

Kwel / wegzijging

Indien concentraties in het grondwater bekend zijn, is het aan te raden deze te gebruiken. Indien de waterbeheerder geen grondwatergegevens kan verstrekken kan in DINO gezocht worden naar representatieve peilbuizen met kwaliteitsgegevens in de buurt.

Indien mogelijk dienen zowel Fe als P-concentraties gebruikt te worden. Onderzoek bij het oxideren van anaeroob grondwater geven aan dat Fe(II) wordt omgezet in Fe(III)-oxiden en dat het P daaraan bindt. Figuur 3 geeft dat

kwantitatief weer. Er kan een inschatting worden gemaakt hoeveel van het P in grondwater in oplossing blijft (remaining PO₄-fraction).



Landbouw en natuur (uitspoeling)

Voor het berekenen van de uitspoeling is er gebruikgemaakt van kentallen specifiek voor bodemtypen klei, zand en veen in combinatie met landgebruik (zie bijlage 6). De uitspoeling kan gekoppeld worden aan het areaal van de diverse combinaties. Deze uitspoeling kan toegekend worden aan het drainagewater. Afhankelijk van de gekozen begrenzing van het watersysteem is drainage en de bijbehorende uitspoeling vanuit landbouw en natuur een groter of kleiner onderdeel van de stoffenbalans. Uitspoeling vanuit landbouw en natuur kan ook verwerkt zitten in de term inlaat (zie boven).

INTERNE EN EXTERNE EN KRITISCHE BELASTING

Een grote uitdaging van dit project is dat de interne belasting goed wordt gekwantificeerd. Behalve met naleveringsexperimenten kan dat ook op basis van watersysteemkennis. In de watersysteemanalyse worden verschillende methoden gebruikt. Van complex naar eenvoudige zijn dat:

- het nutriëntenscreeningmodel
- PCLAKE
- Adhv nalevering vanuit adsorptiesites (schudexperimenten)
- Op basis van meetdata: totaalgehalten, beschikbaarheidsmetingen van P, Fe en Al, in oxalaat-extract en adsorptieconstanten (hier raakt de wsa aan de Quick Scan, hoewel de wsa beperkt blijft tot eenvoudige extracties)
- Theoretische relaties vanuit de literatuur
- Evenwichtsbenadering (Vollenweider, 1976; Schippers et al, 2006)
- Empirische relaties (o.a. Boers & van der Molen (1992, 1993, 1994), De Deckere et al, (1994).
- restpost op de water- en stoffenbalans (zie 3)

Aan het einde van onderdeel 3 is zowel de interne als de externe belasting duidelijk. Het aanpakken van de waterbodem is alleen effectief als de interne

belasting relatief groot is ten opzichte van de externe belasting. Met andere woorden: de externe belasting is gereduceerd, maar de interne belasting is nog steeds hoog.

De externe belasting is in de meeste systemen de bepalende factor. Het is dus van groot belang om te weten hoeveel nutriënten het systeem inkomen via: natte en droge depositie, instromend oppervlaktewater, af- en uitspoeling van de bodem, puntlozingen, etc. De basis voor het grootste deel van de nutriëntenstromen wordt gevormd door de waterstromen. Het is voor goede beoordeling van groot belang om de waterbalans op orde te hebben en de daaraan gekoppelde stofstromen.

De externe belasting wordt berekend op basis van bestaande informatie van de waterbeheerder. In de reeds verspreide spreadsheet wordt alle informatie gevraagd die de externe belasting bepaalt. Idealiter wordt de spreadsheet volledig ingevuld geretourneerd.

REFERENTIES:

Droogers, P., 2009. Verbetering bepaling open waterverdamping voor het strategisch waterbeheer. Stowa-rapport 2009-11.

Gies TJA., P Coenen, A. Bleeker, OF. Schoumans & IGAM. Noij (2002). Milieuanalyse Reconstructiegebied Gelderland en Utrecht Oost, deel 1: Gelderse Vallei en Utrecht-Oost. Wageningen, Alterra, Reseach Instituut voor de Groene Ruimte, Alterra-Rapport 535.1.120 blz. 34 fig.;17 tab.; 36 ref.

Griffioen, J. (2006) Extent of immobilisation of phosphateduringaeration of nutrient-rich, anoxicgroundwater. Journal of Hydrology 320: 359–369.

Loeb, R. &Verdonschot, P.F.M., 2008. Complexiteit van nutriëntenlimitaties in oppervlaktewateren. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 128. 69 blz.; 10 fig.; 1 tab.; 154 ref.

Most, P.F.J. van der, van Loon, M.M.J., Aulbers, J.A.W. en van Daelen, H.J.A.M., 1998. Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44

Schoumans, O.F., P. Groenendijk, L. Renaud& F.J.E. van der Bolt, 2008. Nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Vergelijking tussen landbouw- en natuurgebieden. Wageningen, Alterra, Alterrapport 1700.

Bijlage 4

Invoer Bodemdiagnose

1. Algemeen		Huidige situatie			
Naam systeem		Oldambtmeer			
Fosfaatbalans					
Nitraatbalans					
KRW type		M14	tbv berekenen EKR		
Water systeem type		meer	tbv type watersysteem analyse		
Specificatie		plassen	tbv bepalen risico zuurstofloosheid		
Kwartaal		K1	K2	K3	K4
Oppervlakte watersysteem (opp. water)	m2	7.750.000	7.750.000	7.750.000	7.750.000
Dominante leggerdiepte	m				
gemiddelde waterdiepte	m	1,75			
KRW norm P (tbv nalevering)	mg/l	0,10	Indien je hier niks invoert wordt uitgegaan van een		
Norm doorzicht	m	0,60			
kritische belasting	g P/m2/j	0,09			
2. Bodem					
P-sed	g P /kg ds	0,3			
Fe-sed	g Fe /kg ds	5,9			
Of: P-sed / Fe-sed					
P-sed onder de sliblaag	g P /kg ds		nvt		
Kwartaal		K1	K2	K3	K4
Bodemvocht	mg P / l	0,66	0,66	0,66	0,66
Methode nalevering		Bodemvocht			
Dikte sliblaag	m	0,1			
organische externe belasting					
Type		zandige 'normale	tbv bepalen risico zuurstofloosheid		
stevigheid waterbodem		stevig	tbv balans en maatregelen		
stevigheid waterbodem onder sliblaag		stevig	tbv balans en maatregelen		
Matrix		zand	tbv balans en maatregelen		
Matrix waterbodem onder sliblaag		zand	tbv balans en maatregelen		
3. Balansposten naamgeving					
Inposten		posten invullen suggestie			
inpost 1	IN1:	Oostwold	Inlaat		
inpost 2	IN2:	Meerland	Inlaat		
inpost 3	IN3:	Boseiland	Inlaat		
inpost 4	IN4:	schutsluis	Inlaat		
inpost 5	IN5:	Neerslag	Neerslag		
inpost 6	IN6:	vrij afwaterend g	Inlaat		
uitposten		posten invullen suggestie			
uitpost1	UIT1:	wegzijging	Inlaat		
uitpost2	UIT2:	afvoer	Inlaat		
uitpost3	UIT3:		Inlaat		
uitpost4	UIT4:		Inlaat		
uitpost5	UIT5:				
uitpost6	UIT6:	Verdamping	Verdamping		

In- en uitvoer concentratie of vracht Posten waterbalans	mg/l of kg/ kwartaal	vracht				P-vracht (kg/kwartaal)			
		debiet (m3/kwartaal)							
		K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4
IN1: Oostwold		520968	126552	181760	511158	80	11	14	65
IN2: Meerland		295368	196424	198544	277409	52	34	36	46
IN3: Boseiland		226994	96615	95165	184227	30	8	5	15
IN4: schutsluis		0	294855	298095	0	0	71	72	0
IN5: Neerslag		1261450	936931	1945436	1430977	97	97	97	97
IN6: vrij afwaterend gebied		228291	139919	315556	253944	35	16	33	32
UIT1: wegzijging		313947	317435	320923	320923	25	18	17	14
UIT2: afvoer		443699	157875	221610	2404840	35	9	13	111
UIT3:									
UIT4:									
UIT5:									
UIT6: Verdamping		422028	2685652	2194721	226636	0	0	0	0
restterm / sluitfout (pos = meer in dan uit) (check)	controle	1353398	-1369668	297302	-294684	236	210	228	129

In- en uitvoer concentratie of vracht Posten waterbalans	N-vracht (kg/kwartaal)				ZS-vracht (kg/kwartaal)			
	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4
	IN1: Oostwold	2547	237	357	2121	10419	2531	3635
IN2: Meerland	1080	563	556	820	10338	6875	6949	9709
IN3: Boseiland	613	157	128	368	7264	3092	3045	5895
IN4: schutsluis	0	845	835	0	0	8846	8943	0
IN5: Neerslag	5969	5969	5969	5969				
IN6: vrij afwaterend gebied	856	297	643	771				
UIT1: wegzijging	596	473	465	472				
UIT2: afvoer	850	237	352	3271	3550	1263	1773	19239
UIT3:								
UIT4:								
UIT5:								
UIT6: Verdamping								
restterm / sluitfout (pos = meer in dan uit) (check) controle	9618	7359	7670	6307	24471	20080	20799	6589

5. Watersamenstelling (bij voorkeur kwartaalgegevens invullen)		JAAR GEM	K1	K2	K3	K4
Doorzicht (indien bekend) excl. HET RIET	m	0,94	0,74	1,10	1,04	0,86
Chlorofyl	µg/l	8,9	5	9,3	8,5	5
Anorganische zwevende deeltjes	mg/l					
Detritus	mg/l					
Concentratie zwevende stof	mg/l	9,70	12,70	8,40	8,20	9,50
Concentratie P totaal	mg/l	0,06	0,08	0,06	0,05	0,05
Concentratie P zwevend stof	mg/l	0,05	0,08	0,06	0,05	0,04
Ortho P	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Concentratie N totaal	mg/l	1,48	1,67	1,53	1,39	1,33
Concentratie sulfaat in systeem	mg/l	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
6. Kenmerken systeem		Welke parameters invullen? Nb het is mogelijk beruken in te vo				
BZV	mg O ₂ /l		nee	zomergemiddelde		
Chloride	mg Cl/l		nee	zomergemiddelde		
Peildynamiek		1	ja	1=tegennatuurlijk 2=stabil 3=natuurlijk		
Connectiviteit			nee	1=geïsoleerd 2=periodiek geïsoleerd 3=open v		
Meandering			nee	1=recht+normprofiel 2=gestrekt+natuurlijker c		
Beschaduwing			nee	1=onbeschaduwd zonder ruigte op oevers 2=g		
Verstuwing			nee	1=sterk gestuwd zonder vistrappen 2=gestuwc		
Oeverinrichting		1,5	ja	1=beschoeid 2=steil 3=flauw/moerassig (NVO)		
Scheepvaart			nee	1=intensief bevaren 2 = niet of nauwelijks bev		
Onderhoud			nee	1=intensief 2=extensief		
Aanwezigheid benthivore vis (meting 2007)	kg/ha	18		--> zie ook maatregeleninvoer -->		
Aantal schepen beroepsvaart	schepen/d	0				
Percentage van water wat wordt beïnvloed door beroep fractie		0				
Aantal schepen recreatievaart	schepen/d	100				
Percentage van water wat wordt beïnvloed door recrea fractie		0,8				
Netto plant opname P obv kritische belasting of default	g P/m ² /jaar	0,022		aangenomen dat de hele plant 10% van het P uit het oppervlakt		
Afvoer P (dmv maaien, schonen)	g P/m ² /jaar	0,22		halve plant wordt gemaaid		
baggeraanwas (agv afkalving, erosie, bladval of veenal)	g ds /m ² /jaar	0				
P gehalte baggeraanwas (obv bladval, veen afbraak, er)	g/kg ds	0				
7. Huidige situatie		KRW sheet	Meetdata	GEP		
Macrofauna	EKR	0,6		0,6		
Macrofyten	EKR	0,63		0,6		
Vis	EKR	0,38		0,6		
Fytoplankton	EKR	1		0,6		
Totaal fosfaat (zomergemiddelde)	mg/l	0,04	0,055	0,1		
Totaal stikstof (zomergemiddelde)	mg/l	1,36	1,45	4		
Doorzicht (zomergemiddelde)	m	1,02	1,07	0,6		

Colofon

BAGGERNUT

Watersysteemanalyse Oldambtmeer

OPDRACHTGEVER:

Waterschap Hunze en Aa's

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

L. van der Toorn
E. Tietema
H. van de Weerd

GECONTROLEERD DOOR:

H. van de Weerd

VRIJGEGEVEN DOOR:

S. Boland

13 juli 2012
076412117: C

ARCADIS NEDERLAND BV
Beaulieustraat 22
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Tel 026 3778 911
Fax 026 3515 235
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.