

**Onderzoeksagenda nutriënten
in waterbodems in relatie tot
oppervlaktewaterkwaliteit**



Onderzoeksagenda nutriënten in waterbodems in relatie tot oppervlaktewaterkwaliteit

Leonard Osté m.m.v.
Miguel Dionisio Pires
Gerben van Geest

1203510-000

Titel

Onderzoeksagenda nutriënten in waterbodems in relatie tot oppervlaktewaterkwaliteit

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat Waterdienst

Project

1203510-000

Kenmerk

1203510-000-ZWS-0009-

Pagina's

34

Trefwoorden

Nutriënten, waterbodem, sediment, oppervlaktewaterkwaliteit



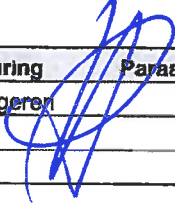
Samenvatting

Ondanks de aanpak van externe bronnen zijn veel Nederlandse oppervlaktewateren nog altijd eutroof. Dit zorgt ervoor dat ecologische (KRW-)doelen niet worden gehaald. Niet alleen in de KRW-doelen spelen nutriënten een rol, maar ook in de doelen voor de Zwemwaterrichtlijn, de KRM en Natura2000. De aanpak van de waterbodem is een van de mogelijke maatregelen die de waterbeheerder kan nemen en vaak wordt vanuit beheer en onderhoud toch gebaggerd. Tegelijkertijd zijn er veel onzekerheden over het effect van waterbodemmaatregelen. Daarom worden momenteel vanuit diverse organisaties en invalshoeken projecten uitgevoerd. DGW en Rijkswaterstaat hadden behoefte aan overzicht van deze activiteiten om hun eigen rol en werk te prioriteren.

Dit rapport geeft een overzicht van recent uitgevoerde, lopende en geplande projecten. Op basis daarvan en op basis van de beleidsmatige en inhoudelijke knelpunten worden onderwerpen voor kennisontwikkeling benoemd die in 2011 en volgende jaren binnen KPP Normering chemie worden opgepakt.

Referenties

Osté, L.A., 2011. Onderzoeksagenda nutriënten in waterbodems in relatie tot de oppervlaktewaterkwaliteit. Deltares, Delft.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
3	Apr.2011	Leonard Osté		Jasper Griffioen		Toon Segeren	

Status

definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
Leeswijzer	2
2 Algemene beschrijving van eutrofiëringsproblemen in oppervlaktewateren	3
Nutriënten en waterbodems	4
3 Relevante beleidskaders (vraagsturing)	5
3.1 Stroomgebiedsbeheerplannen KRW: P-normen oppervlaktewater en biologisch maatlaten en de effectiviteit van maatregelen.	5
3.2 Besluit bodemkwaliteit	5
3.2.1 Toepassen van grond en bagger in oppervlaktewater	5
3.2.2 Herinrichting putten	6
3.3 Blauwalgenproblematiek zwemwater	6
3.4 Natuurdoelen aquatische systemen	6
3.5 Beheer en onderhoud waterbodems (onderhoudsbaggeren)	7
4 Nadere analyse waterbodems en eutrofiëring	9
4.1 inventarisatie van de waterkwaliteitsknelpunten	9
4.1.1 Troebel water door overmatige algenbloei & benthivore vis in meren	9
4.1.2 Problemen met vegetatie: kroosbedekking	10
4.1.3 Problemen met vegetatie: toxische concentraties sulfide, ammonium en P in de waterbodems.	10
4.1.4 Afwenteling:	11
4.1.5 Zuurstoftekort en/of ammoniumtoxiciteit	11
4.1.6 Overzicht	11
4.2 De invloed van beheersingrepen op interne eutrofiëring	12
4.2.1 Baggeren	12
4.2.2 Afdekken	13
4.2.3 Toepassen van grond/bagger in het watersysteem (incl. verondiepen)	13
4.2.4 Visstandbeheer	13
4.2.5 Kwaliteit inlaatwater	13
4.2.6 Slibvangen creëren	14
4.2.7 Toeslagstoffen toevoegen ter verbetering van de bindingscapaciteit of stabiliteit.	14
4.2.8 Droogval	14
4.2.9 Verbrakking en verzilting	14
5 Inventarisatie huidige onderzoeksactiviteiten en initiatieven	15
5.1 Recent afgeronde projecten (wat weten we al?)	15
5.2 Lopende projecten (wat wordt momenteel onderzocht?)	16
5.3 Geplande projecten	17
6 Synthese tot kennisagenda	19
6.1 Onderwerpen kennisontwikkeling 2011-2014	19
6.1.1 Stroomgebiedsbeheerplannen KRW: P-normen oppervlaktewater en biologisch maatlaten en de effectiviteit van maatregelen.	19
6.1.2 Besluit bodemkwaliteit	21

6.1.3	Blauwalgenproblematiek zwemwater	22
6.1.4	Natuurdoelen aquatische systemen	22
6.1.5	Beheer en onderhoud van de waterbodem	22
6.1.6	Samenvatting onderwerpen kennisontwikkeling in rangorde van waardering	23
6.2	Concrete suggesties voor de onderwerpen kennisontwikkeling	23
7	Referenties	25
Bijlage(n)		
A	Bijlage A: overzicht van alle projecten die recent zijn uitgevoerd op het gebied van interne eutrofiëring	A-1
B	Lopende projecten op het gebied van interne eutrofiëring	B-1
C	Geplande projecten/programma's in 2011-2013	C-1

1 Inleiding

Eutrofiëringsproblemen worden mede veroorzaakt door te hoge concentraties nutriënten. Deze nutriënten komen in het water door bemesting in de landbouw, RWZI's, overstorten, bladinvall, vogelpoep en door natuurlijke processen, al dan niet gestimuleerd door het ruimtelijke beheer (bemalen, inlaten van water, graven, etc.). De waterbodembodem wordt in dit rijtje ook vaak genoemd en dat is deels terecht. De waterbodembodem kan de nutriëntenbelasting op drie manieren beïnvloeden: 1) afgifte aan en opname uit het oppervlaktewater van historisch opgehoopte nutriënten, 2) belasting van het oppervlaktewater door afbraak van organische stof, waarin nutriënten van nature voorkomen en 3) af- en toevoer van nutriënten via (onderhouds)baggeren en toepassen van grond/bagger. In geval 2 is de waterbodembodem daadwerkelijk een bron, terwijl in de overige nutriënten binnen het watersysteem worden verplaatst. Toch is deze verplaatsing (van waterbodembodem naar oppervlaktewater) wel relevant, omdat de waterbeheerder primair wordt afgerekend op de concentraties en kwaliteitselementen in het oppervlaktewater.

Ondanks de aanpak van bronnen zijn veel Nederlandse oppervlaktewateren nog altijd eutroof. Dit zorgt ervoor dat ecologische (KRW-)doelen niet worden gehaald. Er zijn verschillende manieren waarop Nederland de nutriëntenbelasting wil terugdringen. Ten eerste is er generiek mestbeleid. De evaluatie uit 2007 stelt dat door fosfaatevenwichtsbemesting in 2015 het bodemoverschot verdwijnt, maar dat de oppervlaktewaterkwaliteit tot 2027 nauwelijks verbetert; KRW-nutriëntendoelen worden voor 40%-60% van de wateren niet gehaald (MNP, 2007). Fosfaatevenwichtsbemesting leidt naar verwachting wel tot een stabilisatie (stand still) van de oppervlaktewaterkwaliteit, waarmee voldaan wordt aan de minimumeis van de KRW. Zonder evenwichtsbemesting zou de fosforbelasting van het oppervlaktewater in 2027 toegenomen zijn. Over de bron landbouw is nog wel de nodige onzekerheid, vooral over de bijdrage van afspoeling. Bovendien wordt geen rekening gehouden met de rol van de waterbodembodems als *sink* voor P en met het effect van onderhoudsbaggeren, waarbij een deel van het fosfaat weer op land wordt verspreid.

Naast het generieke mestbeleid wil het huidige kabinet via gebiedsprocessen komen tot maatregelen die gericht zijn op het oplossen van de regionale (waterkwaliteits)problemen en die passen binnen de bedrijfsvoering van alle stakeholders (landbouwers, RWZI, waterbeheerder). De aanpak van de waterbodembodem is een van de mogelijke maatregelen die de waterbeheerder kan nemen, maar de waterbeheerder heeft inzicht nodig in het nut van die maatregel. De (on)mogelijkheden van aanpak van eutrofiëring door maatregelen in de waterbodembodem, staan daarom sterk in de belangstelling. Vanuit diverse invalshoeken en organisaties wordt aan eutrofe waterbodembodems gewerkt. Er is behoefte aan overzicht van de activiteiten en inzicht in benodigde inspanning.

Het hoofddoel van dit rapport is het prioriteren van onderwerpen voor het programma Kennis voor het primaire proces (KPP) van Deltares (in komende 3 jaar) op het gebied van waterbodembodems/baggerspecie en eutrofiëring.

DGW heeft gevraagd een overzicht te geven van alle lopende activiteiten, zodat het Deltareswerk verbindend en aanvullend zou zijn op andere activiteiten. Om het hoofddoel te bereiken zijn:

- de relevante beleidskaders en de knelpunten benoemd;
- de recent uitgevoerde, nu lopende en geplande onderzoeken geïnventariseerd.

Op basis van urgentie en reeds lopende inspanningen zijn onderwerpen voor het KPP geprioriteerd.

Leeswijzer

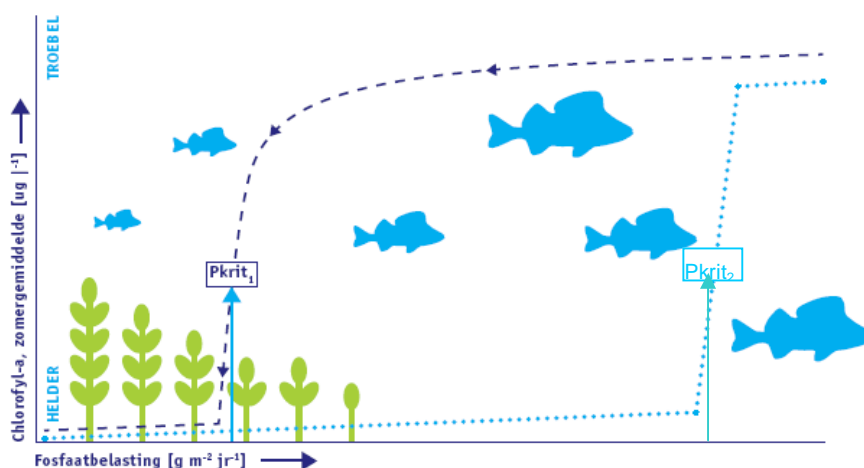
Het rapport start met een korte introductie over de nutriëntenproblematiek (hoofdstuk 2). Om tot een visie te komen op benodigd onderzoek over interne eutrofiëring, zijn de volgende analysestappen gemaakt: een inventarisatie van de belangrijkste beleidsmatige thema's (hoofdstuk 3) en een verdere detaillering van technisch-inhoudelijke kennisvelden ten aanzien van nutriënten in de waterbodem (hoofdstuk 4). Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van recent afgeronde, lopende en geplande projecten/programma's die aandacht besteden aan de ontwikkeling en verspreiding van kennis. Op basis van de hoofdstukken 3, 4 en 5 wordt in hoofdstuk 6 een samenhangende visie gegeven van onderzoek dat de komende 3 jaar gewenst is om bij te dragen aan antwoorden op belangrijke kennisvragen.

2 Algemene beschrijving van eutrofiëringsproblemen in oppervlaktewateren¹

Meren en plassen kunnen verschillende verschijningsstoestanden hebben. De uitersten zijn een helder en plantenrijk water aan de ene kant en een troebel, algenrijk en plantenarm water aan de andere kant. Een belangrijke bepalende factor is de nutriëntenbelasting bestaande uit externe belasting (lozingen, instromend oppervlaktewater, depositie) en interne belasting (kwel en nalevering uit de waterbodem). Bij oplading van N en P verdwijnen organismen die alleen in oligo/mesotroof milieu kunnen leven. Ondanks deze kwalitatieve achteruitgang blijft het water helder en plantenrijk (hoewel minder divers). Als de belasting nog hoger wordt, kan het systeem omslaan in een troebel systeem.

Het systeem biedt weerstand tegen de overgang van de ene toestand naar de andere. Hiervoor zijn meerdere mechanismen verantwoordelijk. Waterplanten spelen een centrale rol in relatie tot algen, watervlooien en vis. Een plantenrijk water blijft helder doordat de planten nutriënten opnemen en het bodemslib vasthouden. Een algenrijk water blijft troebel doordat algen en opgewerveld bodemslib de terugkeer van planten tegengaan. Vis speelt een belangrijke rol door predatie op watervlooien (waardoor de graasdruk op algen afneemt) en - via het lichtregime - door het opwerpen en los houden van bodemslib bij het foerageren.

De belasting waarbij toch een overgang van de ene naar de andere toestand mogelijk is, wordt de kritische belasting genoemd. De kritische belasting om van een helder naar een troebel meer te gaan ligt dus hoger (P_{krit_2} in Figuur 2.1), dan de kritische belasting die gehaald moet worden om een systeem weer helder te krijgen (P_{krit_1} in Figuur 2.1).



Figuur 2.1 De relatie tussen de P-belasting en het zomergemiddelde chlorofyl-a als maat voor vertroebeling. In helder toestand is een relatief hoge belasting (P_{krit_2}) nodig om het meer troebel te krijgen. Vanuit de troebele toestand moet een veel lagere P-belasting (P_{krit_1}) worden gehaald om weer terug te komen in een heldere toestand (figuur uit Jaarsma et al., 2008).

¹ Voor hoofdstuk 2 is veelal gebruik gemaakt van het rapport Van helder naar troebel (Jaarsma et al., 2008)

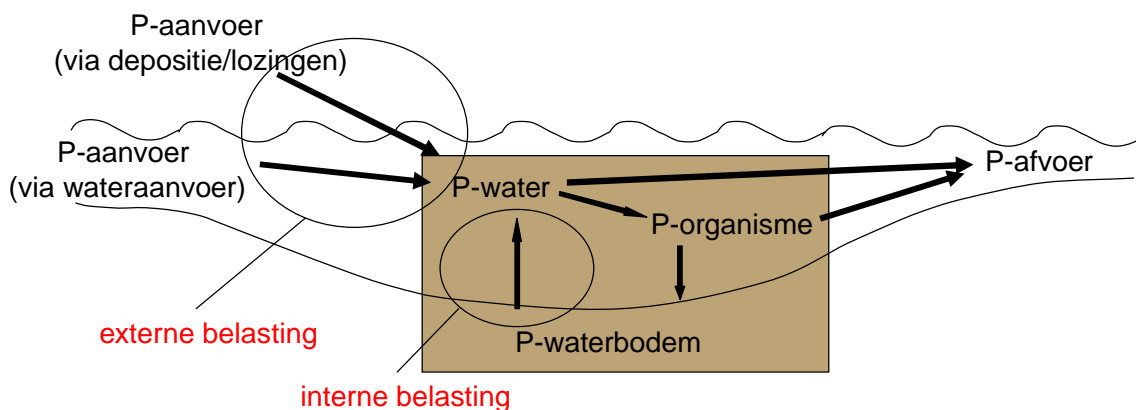
Janse (2005) heeft door middel van modelstudies voor ondiepe meren en plassen de factoren onderzocht die van invloed zijn op de ligging van de omslagpunten, ofwel de kritische belastingen. Uit deze studie blijkt dat de kritische belasting voor meren afneemt (dus meren worden gevoeliger voor omslag) bij een:

- grotere strijklengte;
- bij grotere diepte (tenzij het een meer wordt met een spronglaag);
- een bodem met meer organische stof (vertroebeling);
- een bodem met meer fijne delen (vertroebeling);
- weinig of geen moeraszones rond het meer;
- een langere verblijftijd van het water;
- afname van de visserij-intensiteit.

Nutriënten en waterbodems

De belasting van het oppervlaktewater wordt veroorzaakt door interne en externe belasting. De rol van de waterbodem (interne belasting) is grotendeels gericht op de bijdrage van de waterbodem aan de P-belasting. Voor stikstof geldt namelijk dat de nalevering uit de waterbodem zich snel aanpast nadat de externe belasting hoger of lager wordt (één tot enkele jaren). Vooral via denitrificatie kan stikstof uit het watersysteem ontsnappen. Voor stikstof moet de focus dus vooral op de reductie van de externe belasting liggen. Een ingreep in de waterbodem is voor stikstof zelden een efficiënte ingreep. Voor fosfaat kan dat wel het geval zijn.

In Figuur 2.2 is de externe belasting de enige bron van P die aan het systeem wordt toegevoegd. Daarnaast kan de waterbodem P leveren aan de waterkolom. Bij gelijkblijvende externe belasting stelt zich na verloop van tijd een stationaire situatie in, waarin er evenveel P uit de waterbodem wordt nageleverd als in de waterbodem wordt opgenomen. De hoeveelheden P die opgenomen worden in de waterbodem betreffen voornamelijk afgestorven organisch materiaal (detritus).



Figuur 2.2 Schematisch overzicht van P in het aquatisch systeem.

Bovenstaand concept is algemeen toepasbaar, maar niet in alle watertypen spelen alle processen een even belangrijke rol. In stromende wateren is de aan- en afvoer bijvoorbeeld het belangrijkste en speelt de cyclus via algen een veel minder grote rol. Toch zijn er wel zorgen over afwenteling vanuit de bodem, die plaatsvindt in stromende wateren. In diepe plassen wordt de relatie tussen oppervlaktewater en waterbodem gecompliceerd door thermische stratificatie. Dat betekent dat in zoete ondiepe wateren met een langere verblijftijd de kans het grootst is dat de waterbodem een zodanige rol speelt dat de interne belasting een substantiële bijdrage betreft.

3 Relevante beleidskaders (vraagsturing)

Eutrofe watersystemen vormen om twee redenen een probleem. Ze zijn ecologisch ongewenst en ze kunnen leiden tot zwemverboden. Deze functies spelen in meerdere wettelijke kaders een rol:

- De Kaderrichtlijn water
- Het Besluit bodemkwaliteit
- De Zwemwaterrichtlijn
- Natura2000
- Beheer en onderhoud waterbodem (onderhoudsbaggeren)

3.1 Stroomgebiedsbeheerplannen KRW: P-normen oppervlaktewater en biologisch maatlatten en de effectiviteit van maatregelen.

De waterbeheerder heeft een wettelijke taak om te voldoen aan de biologische kwaliteitselementen. De fysisch-chemische normen, waaronder P en N zijn daaraan ondersteunend. Indien de biologische maatlatten voldoende of goed scoren, vormen de fysisch-chemische normen geen harde verplichting. De meeste waterbeheerders streven er echter naar om ook aan de fysisch-chemische normen te voldoen. De mate waarin de bodem bijdraagt aan de normoverschrijdende P/N-concentratie bepaalt of aanpak van de interne belasting zinvol is.

Voor het halen van de maatlatten, met name voor waterplanten, kunnen sulfide en ammonium toxisch zijn waardoor de vegetatie(ontwikkeling) wordt belemmerd. Over de stuurparameters van deze toxische stoffen is nog veel onduidelijk. Als de oorzaak van evt. verhoogde concentraties niet duidelijk is, is het ook lastig om maatregelen te nemen.

De KRW verplicht tot het nemen van maatregelen indien niet alle normen en maatlatten voldoende scoren. Over de effecten van maatregelen is nog veel onzekerheid. Dat geldt zeker ook voor waterbodemgerelateerde maatregelen.

3.2 Besluit bodemkwaliteit

3.2.1 Toepassen van grond en bagger in oppervlaktewater

In het Besluit en de Regeling bodemkwaliteit (Rbk) wordt het grond- en sedimentverzet geregeld. Een partij grond of bagger valt op basis van totaalgehalten van verontreinigende stoffen in een bepaalde klasse, variërend van vrij toepasbaar tot nooit toepasbaar. De Rbk kent een lange normenlijst, maar geen normen voor nutriënten. Voor de droge bodem is de nutriëntenrijkdom ondergeschikt aan toxische stoffen, hoewel een teveel aan nutriënten in natuurgebieden wel een belangrijke storende factor kan zijn. In de KRW-doelen nemen de nutriënten (en biologische maatlatten) een zeer belangrijke rol in. Voor toepassen van grond en bagger in het oppervlaktewater is het zinvol om ook rekening te houden met nutriënten. Het is te verwachten dat dit aspect bij de evaluatie van het Bbk in 2011 aan de orde zal komen. Tot nu toe wordt alleen gewerkt aan nutriëtennormen voor verondiepen van zandwinplassen. Deze verondiepingen vallen onder een specifiek onderdeel van het Besluit Bodemkwaliteit, namelijk de grootschalige toepassingen. Paragraaf 3.2.2 geeft hierover meer details.

3.2.2 Herinrichting putten

In Nederland zijn naar schatting meer dan 500 voormalige zandwinputten aanwezig in binnen- en buitendijkse gebieden. Dergelijke putten zijn in het verleden gegraven voor de winning van delfstoffen, vooral zand en grind. Het verondiepen van voormalige zandwinputten is een (her)inrichtingsmaatregel om de ecologie, veiligheid voor recreanten en andere functies te verbeteren door middel van het veranderen van de vorm en/of het diepteprofiel van de voormalige zandwinput. Deze veranderingen kunnen worden aangebracht door het inbrengen van grond en/of baggerspecie. Bij het verondiepen van voormalige zandwinputten wordt jaarlijks meer dan een miljoen m³ grond en baggerspecie toegepast (Verheijen et al., 2009). Het inbrengen van deze materialen in voormalige zandwinputten veroorzaakt veel discussie over de mogelijke risico's voor grond- en oppervlaktewater. In dit rapport worden alleen de risico's voor eutrofiëring in het oppervlaktewater besproken.

3.3 Blauwalgenproblematiek zwemwater

Waterbeheerders zijn verantwoordelijk voor de zwemwaterkwaliteit en monitoren de kwaliteit wettelijk op officieel aangewezen zwemwaterlocaties. Bij overschrijding van bepaalde blauwalgconcentraties volgt een zwemverbod. Beheerders kunnen diverse maatregelen nemen gericht op effectbestrijding (bellenschermen, ozon, toeslagstoffen toevoegen, afdekken, baggeren, etc.) of op bronbestrijding, namelijk het reduceren van externe belasting.

3.4 Natuurdoelen aquatische systemen

Vanuit Natura2000 worden doelstellingen gesteld ten aanzien van habitats en soorten. Indien de natuurbeheerder de doelstellingen niet haalt en vermoedt dat een overschot aan nutriënten de oorzaak is, kan hij in samenspraak met de waterbeheerder maatregelen uitvoeren, zodat de doelstellingen worden gehaald. Een voorbeeld hiervan is het Friese veen, waar Staatbosbeheer samen met Waterschap Hunze en Aa's onderzoek heeft gedaan naar de mate waarin de waterbodempkwaliteit de natuurdoelen belemmert.

De meeste maatregelen voor Natura2000 zijn echter gericht op inrichtingsmaatregelen. Voor zover dat vergravingen betreft, speelt de kwaliteit van de (opgeleverde) waterbodem een ondergeschikte rol. Op rijksniveau is in juli 2010 het Programma Aanpak Stikstof (PAS) gelanceerd met als doel de stikstofbelasting van natuurgebieden terug te dringen. Het is echter niet te verwachten dat deze maatregelen zich zullen richten op de waterbodem.

Het naleven van de doelstellingen van Natura 2000 ligt primair bij de natuurbeheerder. Toch kan de opgave voor Natura2000 niet los worden gezien van de KRW-opgave en bij het uitvoeren van de diverse maatregelen dient gezocht te worden naar synergie.

3.5 Beheer en onderhoud waterbodem (onderhoudsbaggeren)

Het overgrote deel van baggerwerken in Nederland vindt plaats via onderhoudsbagger. Onderhoudsbagger uit regionale wateren wordt in bijna alle gevallen permanent uit het watersysteem gehaald en gaat op de kant, in (weiland)depots of wordt hergebruikt als ophoogmateriaal. Door baggeren wordt een aanzienlijke hoeveelheid nutriënten uit het aquatisch systeem verwijderd. Vanuit de reguliere baggeruitgaven wordt er jaarlijks 5,8 miljoen m³ gebaggerd voor onderhoud. Daarnaast wordt er, voornamelijk door landbouwbedrijven, ook nog eens 7 miljoen m³ uit de haarvaten van het watersysteem (sloten en dergelijke) gebaggerd en op het land verspreid (MKBA Waterbodems, 2004). Samen goed voor een kleine 13 miljoen m³ per jaar. Op basis van een gemiddeld drogestofgehalte van 0,5 ton droge stof/m³ en fosforgehalte van 0,5 g P/kg (dat is een niet al te hoge schatting) wordt er zo'n 3,3 miljoen kg P uit het watersysteem gehaald. Dit is in dezelfde orde van grootte als de geraamde belasting van de landbouw op oppervlaktewater (www.emissieregistratie.nl). Hierbij moet wel worden opgemerkt dat bagger ook voor een groot deel afkomstig is van verzakte oevers. Dit wordt niet meegenomen in de emissieregistratie. Het is dus niet zo dat alle landbouwemissies weer uit de sloot gebaggerd worden.

4 Nadere analyse waterbodems en eutrofiëring

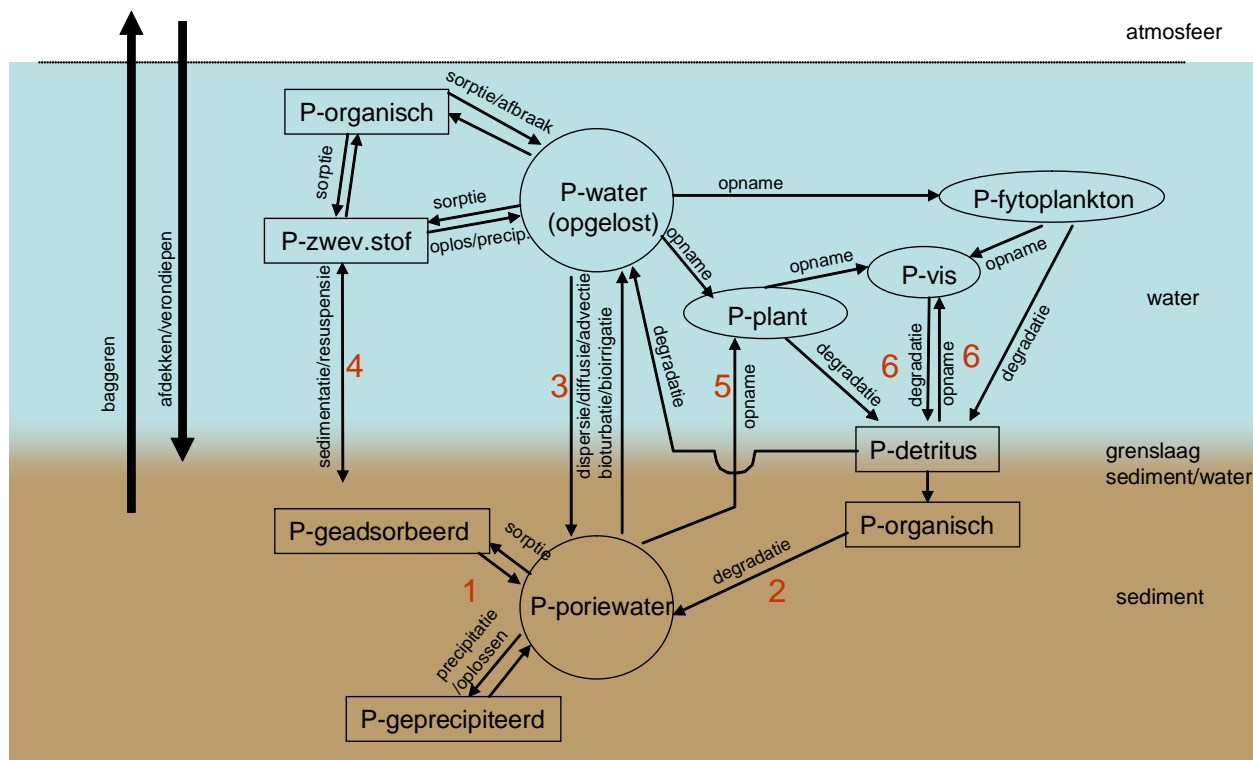
De oorzaak van de belangstelling voor de relatie tussen nutriënten in de waterbodem en waterkwaliteit is zeer divers. De waterbodem kan bijdragen aan verschillende typen problemen die in meer of minder mate voorkomen, afhankelijk van het watersysteem.

4.1 inventarisatie van de waterkwaliteitsknelpunten

4.1.1 Troebel water door overmatige algenbloei & benthivore vis in meren

In plassen en meren speelt de interactie tussen omgeving en biologie een essentiële rol. P wordt in het zomerhalfjaar opgenomen door organismen, die in het najaar afsterven en als detritus op de bodem belanden. De vegetatie en de visstand kunnen hier een belangrijke rol bij spelen. Een dergelijk systeem, met veel algenbloei, scoort niet alleen slecht op fytoplankton, maar meestal ook op macrofyten, macrofauna en vis.

Hoewel de externe belasting van een systeem in bijna alle gevallen de primaire oorzaak is van een omslag, spelen de interne processen wel een zeer belangrijke rol. Daarbij vervult de waterbodem een essentiële functie. Er speelt zich een groot aantal processen af op het grensvlak van de waterbodem en het oppervlaktewater, die de afgifte en opname van P door de bodem beïnvloeden. Deze zijn gedetailleerd weergegeven in Figuur 4.1.



Figuur 4.1 Interactie tussen de waterbodem en het oppervlaktewater.

Het kwantificeren van de volgende processen geeft meer inzicht in de bijdrage van de waterbodem (de onderstaande nummers komen overeen met de nummers in Figuur 4.1):

- 1 de poriewaterconcentratie in de bodem als resultaat van sorptie en precipitatie/oplossen onder invloed van verschillende milieuomstandigheden, zoals aanwezigheid van Al, Fe, S en Ca (deze processen zijn vooral relevant als de bodem (historisch) is opgeladen met fosfaat);
- 2 de poriewaterconcentratie in de bodem als resultaat van organische stofafbraak onder invloed van verschillende milieuomstandigheden, zoals aanwezigheid van Fe, SO₄, HCO₃⁻, etc. (afbraak kan een belangrijke rol spelen in organischestofrijke bodems);
- 3 transport over de grenslaag sediment/water via dispersie, diffusie, advectie, bioturbatie en bioirrigatie;
- 4 het effect van opwerveling van de waterbodem op de (opgeloste) P-concentratie;
- 5 opname van P uit de bodem (oplossing) door planten;
- 6 de oplading van de bodem met detritus en de rol van detritus in de nalevering naar oppervlaktewater.

Bovengenoemde processen worden op hun beurt weer beïnvloed door allerlei kenmerken van het systeem, zoals: consolidatiegraad van de bodem, het bodemtype (zand/slib/veen, geohydrologie, Fe, Al-, S-, kalkgehalte, korrelgrootteverdeling), temperatuur, scheepvaart, strijklengte, vispopulatie, vegetatietype, pH, sulfaat, bicarbonaat, organische stof, etc.

Er zijn twee manieren om bovenstaande processen in kaart te brengen: 1) modelleren en 2) meten. Een combinatie van beide (met interactie) heeft de voorkeur.

4.1.2 Problemen met vegetatie: kroosbedekking

Kroos kan in sloten een vergelijkbare rol hebben als algen in plassen en meren. In kwalitatief goede sloten is een gevarieerde vegetatie aanwezig. Een hogere voedselrijkdom heeft al gauw een afname van het aantal soorten tot gevolg. Verslechtering in fysische en chemische omstandigheden leidt ertoe dat veranderingen optreden in de samenstelling van de watervegetatie. De gevarieerde watervegetatie wordt vervangen door een vegetatie die gekenmerkt wordt door dominantie van waterpest en bij nog verdergaande verslechtering van de kwaliteit blijft een dicht dek van kroos over.

Kroos dekt het water af waardoor er onvoldoende zuurstof uit de lucht wordt opgenomen. Bovendien vangt een krooslaag het licht weg waardoor de groei van onderwaterplanten wordt belemmerd. Tot slot heeft het afsterven van het kroos aan het einde van het groeiseizoen, een hoge zuurstofconsumptie tot gevolg.

Kroos speelt vooral in de haarvaten van het watersysteem, zowel in stedelijk als in landelijk gebied. Echter, de externe belasting (in landelijk gebied de landbouw) is de voornaamste oorzaak van kroos. De waterbodem speelt een ondergeschikte rol.

4.1.3 Problemen met vegetatie: toxische concentraties sulfide, ammonium en P in de waterbodem.

Helder water is een basisvoorwaarde voor de ontwikkeling van een gevarieerde watervegetatie, maar niet de enige voorwaarde. De kwaliteit van de bodem ten aanzien van toxische stoffen zoals sulfide en ammonium kan de ontwikkeling van vegetatie belemmeren. Deze stoffen kunnen verhoogd voorkomen door afbraak van organische stof in de anaerobe bodem, waarbij sulfaat of nitraat als elektronenacceptor worden gebruikt. Dit leidt tot verhoogde sulfide en ammoniumconcentraties. In principe is dit een natuurlijk proces, maar het kan beïnvloed worden door extra aanvoer van sulfaat of nitraat door menselijk handelen.

4.1.4 Afwenteling:

In stromende systemen zijn de directe effecten van eutrofiëring beperkt. Mogelijk kan de vegetatie worden beïnvloed in eutrofe stromende systemen, maar algen en kroos zullen niet of nauwelijks voorkomen. Toch worden wel vaak P- en N-normen overschreden in stromende wateren. Afwenteling is de belangrijkste reden om concentraties in deze wateren te willen verlagen. Als een eutrofe beek afwatert op een meer, kan de beek een belangrijke bijdrage leveren aan de belasting van het meer. De waterbodem van de beek kan in sommige gevallen, bijvoorbeeld na reductie van bronnen, een achterliggende oorzaak zijn.

Bij afwenteling is het van belang om onderscheid te maken tussen diffusie/dispersie/biologische mobilisatie van opgelost fosfaat en transport van P gebonden aan zwevend stof. De laatste fractie zal in de meeste gevallen de grootste vracht veroorzaken en dat is de belangrijkste parameter voor afwenteling. In langzaam stromende wateren zoals kanalen kan opgelost P een belangrijk aandeel vormen.

4.1.5 Zuurstoftekort en/of ammoniumtoxiciteit

Vooraf bij sterke vertroebeling of het inbrengen van baggerspecie in putten en depots zou zuurstofconsumptie in het water zodanig kunnen zijn dat acute toxiciteit ontstaat.

In poriewater van baggerspecie worden namelijk ammoniumconcentraties tot ongeveer 30 mg NH₄-N/l meten, terwijl concentraties in zuurstofhoudend oppervlaktewater/sediment zelden hoger zijn dan 1 mg NH₄-N/l (Van den Berg, 2000). Dat betekent dat tijdens het inbrengen van bagger een (tijdelijk) hogere ammoniumconcentratie optreedt, die via nitrificatie wordt omgezet in nitraat. Dit is een zuurstofconsumerende reactie. Theoretisch kan dit leiden tot zuurstoftekort en als ammonium niet wordt omgezet ook tot ammoniumtoxiciteit. Dat laatste treedt vooral op bij hoge temperaturen en hoge pH. De gevoeligheid voor dit soort toxiciteit is het hoogst in de zomer aan het einde van de vulperiode (er is dan een kleiner watervolume in de plas, dat kan bufferen) in de zomer. Het is echter niet bekend of deze effecten in de praktijk optreden.

4.1.6 Overzicht

In bovenstaande paragrafen zijn reeds eigenschappen benoemd die (interne) eutrofiëring stimuleren of juist reduceren. Belangrijkste aspecten zijn de verblijftijd van het water, het zoutgehalte en de waterdiepte. Deze aspecten komen goed terug in de KRW-watertypen. Voor het onderzoek naar interne eutrofiëring is het volgende onderscheid relevant: beken & kleine rivieren, grote rivieren, diepe meren, ondiepe meren, kanalen & boezemsystemen en sloten. Grofweg geldt regel dat een watertype een groot oppervlak heeft, maar dat het aantal wateren van dat type beperkt is (zee/meren/grote rivieren), of dat een watertype een klein oppervlak heeft, maar dat er wel een groot aantal wateren van dat type is (sloten/kanalen). Uiteindelijk vraagt het evenveel inspanning/geld om het totale probleem op te lossen, maar de manier waarop dit wordt gedaan zal waarschijnlijk zeer verschillend zijn. Onderstaande tabel geeft weer hoe het type watersysteem samenhangt met het type eutrofiëringsprobleem.

Tabel 4.1 matrix van de situaties (watertype & type eutrofiëringsprobleem) waarin nutriënten in de waterbodem een significante oorzaak zou kunnen zijn.

Watertype	Beheerders	algen-bloei	Vegetatie kroos	Vegetatie toxiciteit	afwenteling	O ₂ /NH ₄ -toxiciteit
beken & kleine rivieren	waterschappen hoog NL			?	XXX	
(grote) rivieren	RWS			?	X	
diepe meren	alle	X				
ondiepe meren	alle	XX		X		?
kanalen/boezem	alle	X		X	XXX	
Sloten	alle waterschappen		X	X	X	?

- XXX waterbodem vaak een relevante factor voor wateren in deze categorie
 XX waterbodem regelmatig een relevante factor voor wateren in deze categorie
 X waterbodem incidenteel een relevante factor voor wateren in deze categorie
 ? onbekend of het echt een rol speelt.

4.2 De invloed van beheersingrepen op interne eutrofiëring

In Nederland zijn er weinig natuurlijke wateren. In bijna alle wateren vindt beheer plaats, dat in meer of mindere mate invloed heeft op de waterbodem. De meest directe invloed vormt baggeren. Veruit het meeste baggerwerk in Nederland betreft onderhoudsbaggerwerk. Onderhoudsbaggeren met oog voor waterkwaliteit draagt waarschijnlijk meer bij dan het kwaliteitsbaggeren dat incidenteel plaatsvindt. Bij onderhoud kan de frequentie en diepte gevarieerd worden. Naast baggeren zijn er ook andere ingrepen die de waterbodemkwaliteit/stabiliteit kunnen beïnvloeden zoals:

- Afdekken met nieuw voor de functie geschikt toplaagmateriaal;
- toepassen van grond/bagger in het watersysteem (incl. verondiepen);
- visstandbeheer;
- kwaliteit van inlaatwater wijzigen (bijv. lagere SO₄-concentraties inlaten);
- slibvangen creëren;
- toeslagstoffen toevoegen ter verbetering van de bindingscapaciteit of stabiliteit.
- Stimuleren (natuurlijke) retentie in sediment

Doorspoelen is een veelgebruikte maatregel tegen algenbloei, maar het effect betreft vooral de verhouding tussen interne en externe belasting; het grijpt niet direct aan op de grootte van de nalevering.

4.2.1 Baggeren

In het geval van baggeren wordt de toplaag uit het water gehaald en verdwijnen nutriënten uit het aquatisch systeem. Baggeren leidt echter niet per definitie tot schoner oppervlaktewater. Dit hangt af van de bijdrage die de waterbodem (voor baggeren) levert aan de concentratie in het oppervlaktewater ten opzichte van de overige belasting. Daarnaast hangt het af van de eigenschappen van de toplaag van de nieuwe waterbodem (na baggeren). Het bekendste voorbeeld is de Geerplas waar enkele jaren na baggeren de P-concentraties in oppervlaktewater hoger waren dan voor baggeren (Michielsen et al., 2007). De meest plausibele verklaring hiervoor is dat de nieuwe waterbodem door afbraak van organische stof meer P nalevert dan de oude slibbodem. Echter, als de bodem historisch sterk is opgeladen met P, bijvoorbeeld door langdurige RWZI lozingen, kan baggeren zeker gunstige effecten hebben.

4.2.2 Afdekken

In Nederland is beperkte ervaring met het afdekken van de waterbodem, vooral met zandig materiaal (Bergse Achterplas, Kralingse Plas, Hollands Diep, Hollandse IJssel). Dit is in de meeste gevallen uitgevoerd om het effect van toxische stoffen te reduceren, maar werkt tegelijkertijd ook voor nutriënten. Afdekken kan op meerdere manieren effect hebben. Het voorkomt opwerveling van een nutriëntenrijke toplaag, het reduceert afbraak van organische stof in de oude waterbodem en het vertraagt transport naar de waterfase. De verbetering die optreedt door afdekken hangt af van de oorspronkelijke waterbodem en de kwaliteit van het afdek materiaal. Afdekken kan alleen plaatsvinden in situaties waar de afdeklaag niet erodeert, ook niet bij extreme omstandigheden zoals hoogwater.

4.2.3 Toepassen van grond/bagger in het watersysteem (incl. verondiepen)

Toepassen van grond/bagger gebeurt niet heel vaak, maar vooral bij herinrichtingsprojecten komt het voor, bijvoorbeeld door het verleggen van beddingen, aanleg van natuurvriendelijke oevers, etc. Verder zijn er plannen voor diverse diepe (zandwin)plassen om deze (gedeeltelijk) te verondiepen om een diverser ecosysteem te creëren. Over het nut van deze laatste toepassing is veel discussie.

Een specifiek aspect dat bij het toepassen van grond speelt, is de omzetting van aerobe grond naar anaerobe waterbodem. Grond is tijdens het inbrengen in diepe plassen nog steeds aerob, terwijl baggerspecie permanent anaerob blijft. De redoxtoestand van de grond wordt na het vullen lager, als gevolg van de oxidatie van organisch materiaal. Bij verder dalende redoxpotentiaal lossen ijzeroxides op en daarmee verdwijnt een belangrijke component voor de binding van fosfaat. In principe kan gereduceerd ijzer precipiteren tot vivianiet, een ijzerfosfaat dat onder gereduceerde omstandigheden stabiel is. IJzer kan echter ook reageren tot FeS, FeS₂ of FeCO₃. Die mineralen leggen weinig fosfaat vast. De concentraties S, P en CO₃ bepalen uiteindelijk of en welke mineralen worden gevormd. Het fosfaat dat niet wordt gebonden zal door watertransport uiteindelijk in grond of oppervlaktewater terecht komen. De geohydrologie bepaalt in welke mate dat gebeurt.

Bij het toepassen van bagger kunnen acute effecten optreden van het vullen van een plas met grond en bagger op de concentraties zuurstof en ammonium. Dit is al beschreven in paragraaf 4.1.5. Een ander kortetermijneffect is dat bij verondiepen de thermische stratificatie kan worden opgeheven tijdens het inbrengen van grond en bagger. Hierdoor is in het groeiseizoen contact mogelijk met de diepere waterlagen.

4.2.4 Visstandbeheer

Visstandbeheer is natuurlijk geen directe waterbodemaatregel, maar het grijpt wel direct in op de opwerveling. Omwoeling van de bodem is ongunstig voor de vegetatieontwikkeling. Het directe effect op de ortho-P-concentratie in oppervlaktewater is niet eenduidig. Tijdens opwerveling kan er ad- en desorptie plaatsvinden aan het zwevende stof. Verder is het niet bekend in hoeverre vissen (in hun maagdarmkanaal) nutriënten uit de bodem mobiliseren. Dit wordt onderzocht in het Baggernutproject.

4.2.5 Kwaliteit inlaatwater

In veenplassen kan de kwaliteit (m.n. concentraties SO₄, bicarbonaat) van het oppervlaktewater de afbraak van organische stof beïnvloeden. De kwaliteit van instromend water kan daardoor een indirect effect hebben op de nutriëntenflux uit de waterbodem. Het veranderen van de kwaliteit van inlaatwater kan daardoor als waterbodemerelateerde maatregel worden gezien.

4.2.6 Slibvangen creëren

Zowel voor het doorzicht als voor de P-totaalconcentraties kan het aantrekkelijk zijn om slibvangen te creëren, bijvoorbeeld door verdieping van sommige delen of door verbreding (en periodiek baggeren) van de monding van instromend water. Het effect van dergelijke ingrepen is niet heel goed bekend. In het project Markermeer is geconcludeerd dat de daar aanwezige diepe putten vooral een effect hebben op het water boven de put, maar nauwelijks op het water in de rest van het meer.

4.2.7 Toeslagstoffen toevoegen ter verbetering van de bindingscapaciteit of stabiliteit.

Indien sprake is van een flux uit de waterbodem naar het oppervlaktewater kan de bron worden weggenomen, maar het is ook mogelijk om de flux te minimaliseren door op de toplaag een reactieve stof aan te brengen die fosfaat bindt, dat van de waterbodem naar het oppervlaktewater beweegt.

4.2.8 Droogval

Uit onderzoek is gebleken dat het gunstig is voor de P-concentraties als een watersysteem enkele maanden droog valt. Het is de vraag of dit een tijdelijk of permanent effect is. Het puur chemische effect is vermoedelijk tijdelijk, maar het laten droogvallen van een waterpartij geeft de kans voor vegetatie om zich te ontwikkelen en evt. kan de visstand worden aangepast. Hierdoor ontstaat een systeem dat minder gevoelig wordt voor een omslag naar troebel water.

4.2.9 Verbrakking en verzilting

In het OBN-onderzoek wordt ook gekeken naar verbrakking van gebieden. Tot nu toe levert dit nog geen eenduidig beeld op welke effecten verbrakking heeft op eutrofiëring. In het oorspronkelijk zoute Volkerak Zoommeer zijn plannen om het huidige zoete meer weer te verzilten. De verwachting is dat de eutrofiëringsproblematiek dan afneemt.

5 Inventarisatie huidige onderzoeksactiviteiten en initiatieven

In voorgaande hoofdstukken zijn de technisch-inhoudelijke en beleidsmatig-maatschappelijke knelpunten beschreven. In dit hoofdstuk wordt beschreven welk onderzoek recent is uitgevoerd of momenteel loopt, wie de initiatiefnemer/opdrachtgever is, wie de belangrijkste uitvoerders zijn en welke inhoudelijke vragen worden beantwoord. Per project is een tabel gemaakt. De tabellen zijn vermeld in bijlagen A t/m D.

Bijlage A: recent afgeronde projecten

Bijlage B: lopende projecten

Bijlage C: plannen

Bijlage D: Watermozaïek

In dit hoofdstuk volgt een beschrijving op hoofdlijnen.

5.1 Recent afgeronde projecten (wat weten we al?)

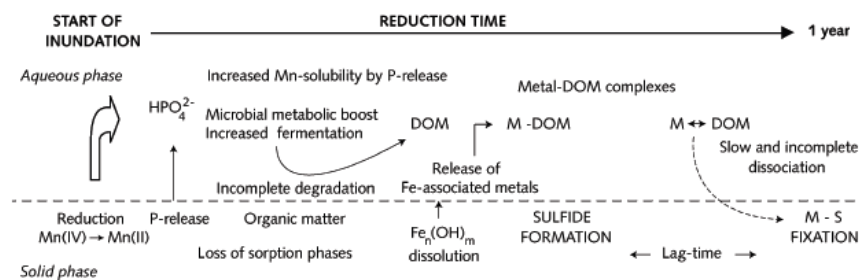
De laatste jaren is er in het OBN-onderzoek veel aandacht besteed aan de kwaliteit van laagveenwateren. Veenbodems kunnen historisch opgehoopt P naleveren, maar ze kunnen ook een 'echte' bron zijn doordat de organische stof afbreekt, waarbij P vrijkomt. In het OBN-onderzoek is aandacht besteed aan de invloed van SO_4 en HCO_3^- op de veenafbraak. Verder zijn vele bodem- en bodemvochtparameters gemeten en gerelateerd aan de ecologische toestand. Dit mondde uit in de Fe/P-ratio in bodemvocht als belangrijkste voorspellende parameter voor de nalevering uit de waterbodem. Het bodemvocht kan in het veld bemonsterd worden met een Rhizon-sampler in een sedimentmonster. Vooral op basis van dit onderzoek is het STOWA-document *Van helder naar troebel... en weer terug* opgesteld (Jaarsma et al., 2008). Hierin is een systematiek beschreven om te komen tot een oordeel over de oorzaken van eutrofiëring met nadrukkelijk aandacht voor de waterbodem.

De maatschappelijke discussie over verondiepen van diepe plassen dat sinds 2007 mogelijk is onder het Besluit bodemkwaliteit, heeft geleid tot tal van activiteiten. Zo heeft de Commissie Verheijen een advies gegeven aan toenmalig Minister Cramer over de risico's van het verondiepen van putten en is vervolgens dat advies uitgewerkt tot een Handreiking herinrichten diepe plassen (Implementatieteam Besluit Bodemkwaliteit, 2010) en een rapport over locatiespecifieke beoordeling (Lijzen et al., 2010). Ter ondersteuning van de Handreiking Herinrichting Zandwinputten heeft Alterra een notitie opgesteld die specifiek was gericht op het effect van verondiepen op de oppervlaktewaterkwaliteit. Mede op basis van dit rapport heeft het implementatieteam normen afgeleid. Al het werk aan diepe plassen kenmerkt zich door het werken met bestaande kennis. Datzelfde geldt voor het STOWA-rapport over diepe plassen (Osté et al., 2010), waarin kennis over het functioneren van diepe plassen is geïnventariseerd. Op basis van de bestaande kennis wordt een methodiek voorgesteld voor het beoordelen van diepe plassen.

In het toegepast onderzoek van Deltares is gewerkt aan de Handreiking beoordelen waterbodems waarin een screeningmodel² is ontwikkeld en een inventarisatie is gemaakt van potentiële meettechnieken voor nalevering. Er zijn vuistregels gegeven om op basis van Fe/S en Fe/P-ratios (totaalgehalten) een eerste inschatting te maken van de naleveringscapaciteit van een waterbodem. Deze vuistregels kennen een grote onzekerheid, al liggen de waarden uit onderzoek in de jaren '90 (Boers en Uunk, 1990) en in recent werk (Geurts et al., 2008) in dezelfde orde van grootte.

In studies naar gedrag van stoffen in depots is wel experimenteel werk verricht. Vink et al. (2010) hebben bodems onder water gezet en het gedrag van zware metalen en (beperkt) macroparameters in poriewater bestudeerd. Voor fosfaat is een piek te zien na 20 tot 100 dagen inundatie, afhankelijk van het sediment (de piek voor Rijnsediment is veel hoger dan de pieken voor 2 Maassedimenten). De verlaging van PO_4 na de piek wordt toegeschreven aan precipitatie (ijzer- en/of calciumfosfaatmineralen), maar het is niet duidelijk of dat altijd plaatsvindt en hoe snel.

Fig. 2 Schematization of reduction mechanisms in time. Reductive production of Mn^{2+} increases the metabolic organic matter fermentation and the production of DOM, which prolongs the retention of metals in solution (DOM dissolved organic matter, M metal, S sulfide)



Naast specifieke studies is het ook mogelijk om monitoringresultaten van depots nader te bekijken. Vermeule et al. (2010) hebben zowel gehalten in sediment (P en P/Fe-ratio) als de oppervlaktewaterconcentraties in enkele (private) depots bekeken. Hun conclusie is dat verondieping in deze depots niet heeft geleid tot eutrofiëring. Het is niet geheel duidelijk hoe diep deze depots momenteel nog zijn. In elk geval wordt in alle depots nog actief gestort.

5.2 Lopende projecten (wat wordt momenteel onderzocht?)

De meeste activiteit vindt momenteel plaats in het Innovatieprogramma KRW (voor details; zie bijlage B), waarin innovatieve maatregelen in de praktijk worden toegepast. Daarbij ligt de nadruk op de technische haalbaarheid en effectiviteit en minder op de kosten/batenverhouding.

2. Het screeningmodel is gebaseerd op geavanceerde Delwaq-G-software, maar in het screeningmodel is een groot aantal procescoëfficiënten vastgelegd. De gebruiker hoeft slechts meetinformatie en algemene kenmerken in te voeren, zoals afmetingen, diepte, gehalten in de waterbodem, externe belastingen, etc. De modelberekeningen worden gevalideerd met oppervlaktewaterconcentraties (meetdata). Het model berekent vervolgens de relatieve bijdrage van de externe en interne belasting en voorspelt de ontwikkeling van het systeem op een tiental jaren..

Het project Baggernut is vooral gericht op het stellen van een goede diagnose voor de noodzaak van maatregelen en doet tevens een uitspraak over het mogelijke effect van een waterbodemu(gerelateerde) maatregel. Specifieke waterbodemumaatregelen worden onderzocht in:

- Droogval: het droogzetten van een stuk oppervlaktewater voor enkele weken tot maanden. Dit heeft tot gevolg dat de P-binding aan ijzeroxides toeneemt en dat planten makkelijker ontkiemen. Door de 'shock' kan een omslag van troebel naar helder worden bewerkstelligd.
- De bodem bedekt: afdekken van de waterbodemu met zand en reactieve stoffen ter verhoging van de bindingscapaciteit.
- Ijzersuppletie: toedienen van ijzer om ijzerrijke kwel te simuleren
- Blauwalgen in stadvijvers: diverse methoden (baggeren, Phoslock, visstandsbeheer) om blauwalgen in stadvijvers tegen te gaan.

Verder hebben de kennisinstituten onderzoeksprojecten lopen op dit gebied. Alterra voert het project PLONS uit waarin eutrofiëring in sloten wordt onderzocht. Alterra en Deltares voeren samen het project Monitoring Stroomgebieden uit. In het stroomgebied Krimpenerwaard wordt aandacht besteed aan de rol van waterbodemu in een dergelijk poldersysteem. In het programma Kennisontwikkeling primaire processen van Deltares (voorheen Toegepast onderzoek) wordt aandacht besteed aan nutriënten en waterbodemu, onder meer door de ontwikkeling van het screeningmodel nutriënten.

Het grote OBN-onderzoek naar laagveenwateren is afgerond, maar er is recent wel een project gestart waarin wordt gekeken naar gunstige waterregimes afhankelijk van locatiefactoren, waaronder de waterbodemu. Dit betreft echter een onderzoek van bescheiden omvang.

5.3 Geplande projecten

Het overzicht van de geplande initiatieven zal niet compleet zijn, omdat ideeën vaak nog intern circuleren. Deltares wil in het Strategisch onderzoek aandacht besteden aan retentie van nutriënten in het watersysteem (incl. de waterbodemu) en ook specifiek werken aan interne eutrofiëring. RWS Zeeland wil in het Volkerak Zoommeer onderzoek doen naar de rol van de waterbodemu.

Verder trekt het RIVM onderzoeksprogramma voor het verondiepen van diepe plassen. Dit onderzoek zal binnenkort worden gestart in samenwerking met andere kennisinstituten, waaronder Deltares, Alterra en ECN.

In 2009 heeft de STOWA binnen Watermozaïek onderwerpen geformuleerd, waarvoor de waterschappen kennisontwikkeling noodzakelijk achten. Belangrijke waterbodemu(gerelateerde) onderwerpen in deze lijst zijn: interne eutrofiëring, baggeren, cyanobacteriën, natuurvriendelijke oevers en (kunstmatig verhoogde) retentie van nutriënten. Sommige onderwerpen zoals eutrofiëring en cyanobacteriën worden in IP-KRW al opgepakt, maar de effecten van baggeren (frequentie, gewenste dikte van een sliblaag voor de ecologie, verstoring of juist ecologisch rendement van baggeren, etc.) hebben nog nauwelijks aandacht gekregen.

6 Synthese tot kennisagenda

6.1 Onderwerpen kennisontwikkeling 2011-2014

In hoofdstuk 3 zijn de relevante beleidskaders besproken. Om de waterbeheerders en beleidmakers een goed advies te geven wordt de kennisagenda weer per beleidskader geformuleerd. Per beleidskader wordt vastgesteld welke kennisontwikkelpunten er zijn. Vervolgens worden deze kennisontwikkelpunten geprioriteerd voor het KPP vanaf 2011. De prioritering is gebeurd op basis van de volgende criteria:

1. Hoe (maatschappelijk) urgent is het knelpunt (H4)
2. Welke relevante projecten zijn er om een knelpunt de komende jaren op te lossen (H5)

Deltares heeft een voorstel gedaan voor deze prioritering. Dit voorstel is op 10 februari 2011 met DGW (Ruud Teunissen) en RWS Waterdienst (John Hin en Elmert de Boer) besproken en definitief gemaakt, waarbij de uiteindelijke eindverantwoordelijkheid voor de prioritering bij DGW ligt.

De prioriteit voor KPP Normering chemie is ingedeeld in 5 categorieën: (-- geen prioriteit via -, ±, + naar ++ hoge prioriteit).

6.1.1 Stroomgebiedsbeheerplannen KRW: P-normen oppervlaktewater en biologisch maatlaten en de effectiviteit van maatregelen.

De KRW is het belangrijkste kader als het gaat om chemische en ecologische kwaliteit van het watersysteem. De interactie tussen de waterbodem en het oppervlaktewater is niet eenvoudig, maar is voor de KRW nodig om een goed oordeel te vormen over de bijdrage die de waterbodem levert aan het functioneren van het aquatisch systeem. De interactie tussen waterbodem en oppervlaktewater is afhankelijk van bodemparameters, maar ook van de externe belasting, de waterverblijftijd, de waterdiepte. De bijdrage van de bodem moet altijd integraal bekeken worden. Dit kan met behulp van metingen, maar ook door een systeemanalyse(model). Voor de Handreiking beoordelen waterbodem is het screeningmodel ontwikkeld (zie voetnoot 2). Uit een benchmarkstudie waarin PCLake en het screeningmodel (gebaseerd op Delwaq-G) worden vergeleken, komt het beeld naar voren dat hogere trofische niveaus (vooral planten en vissen) beter in PCLake zitten, terwijl de bodem beter beschreven is in Delwaq-G. In de benchmarkstudie wordt gesuggereerd dat het mogelijk is elementen op te nemen van zowel PC Lake als Delwaq-G of een keuzeoptie in te bouwen.

Gebruik PC Lake op locaties waar ook het screeningmodel is/wordt toegepast (+)

Implementeren van proceskennis uit IP-KRW in de Handreiking beoordelen waterbodems en combineren van PC Lake en Delwaq in 1 screeningmodel (++) vanaf 2012)

De bestudering van actuele nalevering vindt momenteel plaats in het IP-KRW-project Baggernut. Zowel meten als modelleren maken onderdeel uit van dit project. Verder wordt er in het project Monitoring stroomgebieden zeer beperkt naar nalevering gekeken evenals in het nu lopende programma van OBN. In PLONS wordt gekeken naar nutriënten in sloten, maar daarin worden naleveringsprocessen ondergeschikt geacht aan belasting uit landbouwpercelen. Aangezien Baggernut nog loopt t/m 2011 wordt geadviseerd om in het KPP hooguit wat ondersteunend of aanvullend werk uit te voeren op dit onderwerp.

Kwantificeren nalevering (±)

Specifiek voor planten (maatlat macrofyten) kan de waterbodem toxisch zijn door te hoge concentraties ammonium en sulfide in de waterbodem. Hoewel deze concentraties ook van natuurlijke oorsprong kunnen zijn, mag niet uitgesloten worden dat er maatregelen nodig zijn om toxiciteit te verminderen of weg te nemen. Naast toxiciteit zijn er ook aanwijzingen dat er (vanwege fosfaatlimitatie) wel een helder watersysteem is, maar dat er alleen vegetatie is die bestand is tegen hoge stikstofconcentraties in het water(bodem). Er is meer begrip nodig van de processen in de waterbodem en mate waarin planten gevoelig zijn voor concentraties in de waterbodem en in poriewater. Hieraan wordt in nu lopende projecten weinig aandacht besteed.

Het voorkomen van toxische stoffen (ammonium, sulfide) in de waterbodem (+).

Bovenstaande onderdelen zijn gericht op locatieniveau. De interactie op stroomgebiedniveau, waarin de waterbodem zowel bron als sink kan zijn, krijgt momenteel geen aandacht in projecten. Het verbeteren van de beschrijving van transport van P en N en de retentie in het systeem is voor bovenstroomse, maar vooral voor benedenstroomse waterbeheerders van groot belang. Het eerst aangewezen instrument voor beoordeling van waterkwaliteit en maatregelen op stroomgebiedsniveau is de KRW-verkenner. De waterbodem speelt tot nu toe echter een marginale rol in de KRW-verkenner. De projectgroep KRW-verkenner heeft aangegeven, dat een apart compartiment waterbodem lastig is, maar dat een bron- of sinkterm wel tot de mogelijkheden behoort. De landelijke pilot die de KRW-verkenner gaat uitvoeren biedt goede aanknopingspunten om te beoordelen wat de mogelijkheden zijn om waterbodems (en waterbodemmaatregelen zoals baggeren en afdekken) mee te nemen.

Bijdragen aan de landelijke pilot van de KRW-verkenner om de rol van waterbodems op stroomgebiedsniveau ten aanzien van nalevering en retentie te beschrijven (++)

Een ander aspect dat nauwelijks aandacht krijgt is de natuurlijke retentie in het sediment, bijvoorbeeld door precipitatie van ijzer- of calciumfosfaatmineralen. Retentie is wel als relevant onderwerp geformuleerd in het Strategisch Onderzoek van Deltares.

Belangrijk onderdeel van de KRW is het nemen van maatregelen om tot een goede toestand te komen. Maatregelen krijgen vooral aandacht in het Innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water (IP-KRW). Maatregelen gericht op nalevering van P zijn:

- Baggeren (Baggernut en Blauwalgbestrijding stadvijvers).
- Afdekken (De Bodem bedekt)
- Toevoegen van toeslagstoffen (Blauwalgenprojecten, De bodem bedekt, IJzersuppletie in laagveenplassen).
- Droogzetten (Droogval)

Waterbodemerelateerde maatregelen die geen onderdeel uitmaken van IP-KRW

- kwaliteit van inlaatwater wijzigen (bijv. SO₄-concentratie);
- slibvangen creëren;

Gezien de bedragen die nodig zijn om goede maatregel-effectrelaties af te leiden en de inspanning die in IP-KRW wordt geleverd, wordt voorgesteld om in het KPP geen aandacht te besteden aan maatregelen. Afhankelijk van andere initiatieven zou kennisoverdracht van de IP-KRW-ervaringen in 2012 zinvol kunnen zijn. Verder zou het goed zijn om een kosten-batenanalyse uit te voeren naar de kosteneffectiviteit van maatregelen. Daar wordt in de IP-KRW-projecten op het niveau van individuele maatregelen wel aandacht aan besteed, maar dat zal geen eenduidige systematiek voor de kosten-batenverhoudingen opleveren. Een dergelijke analyse zou niet beperkt moeten blijven tot de waterbodem, maar zou betrekking moeten hebben op de volle breedte van het waterkwaliteitsbeheer onder KRW en KRM.

Maatregel-effectrelaties afleiden (-)

KBA voor KRW-maatregelen (\pm , is breder dan waterbodems)

Kennisoverdracht IP-KRW-ervaringen aan beheerders (\pm , vanaf 2012)

6.1.2 Besluit bodemkwaliteit

Toepassen van grond en bagger in oppervlaktewater

Voor toepassen van grond en bagger in het oppervlaktewater is het nodig om rekening te houden met nutriënten. Grond en bagger kan in alle watertypen worden uitgevoerd, bijvoorbeeld bij aanleg van natuurvriendelijke oevers of hermeandering van beken. Het gaat echter om een beperkte grond/baggerstroom, omdat in Nederland voornamelijk bagger uit het watersysteem wordt gehaald en hergebruik binnen het watersysteem beperkt is. Vanuit de Kaderrichtlijn Water bekeken zou normering watertype-afhankelijk kunnen/moeten zijn. Op deze manier kan het Besluit bodemkwaliteit waarborgen, dat er geen (grotere) problemen ontstaan ten aanzien van algenbloei. Er lopen momenteel geen onderzoeksprojecten die specifiek aandacht besteden aan de eventuele effecten van toepassen in oppervlaktewater.

(Watertype-afhankelijke) normering P voor toepassen in oppervlaktewater (+)

Voor grond geldt dat de omslag van zuurstofhoudende grond in zuurstofarme bagger gepaard gaat met een (tijdelijk) verhoogde mobiliteit (bijv. Vink et al., 2010). De kennis over de snelheid van dit proces, het al of niet permanente karakter van de verhoogde mobiliteit en de randvoorwaarden waarbij het optreedt, zijn echter zeer beperkt. Er lopen momenteel geen onderzoeksprojecten die specifiek aandacht besteden aan de eventuele effecten van toepassen in oppervlaktewater.

Herinrichting putten

In essentie gelden voor diepe plassen dezelfde problemen als voor gewoon toepassen, maar het veranderen van watertype (van een diepe naar een ondiepe plas) heeft ook consequenties voor het ecologisch functioneren van de plas, de geohydrologische situatie, de waterverblijftijd, etc. De veranderde bodem door toepassen van grond of baggerspecie moet worden gezien als onderdeel in een wijziging van het aquatisch systeem. Recent heeft Deltares voor Waterschap Vallei en Eem een project uitgevoerd naar het effect van verondieping op oppervlaktewater in de Grote Veenderplas. Hierbij is een water- en stoffenbalans opgesteld en zijn 'bodemszenario's' meegenomen om een schatting te maken van de totale belasting in het verondiepte deel. Eutrofiërisrisico's van verondiepen is onderdeel van het onderzoeksprogramma over verondiepen.

Mobiliteit van P bij de overgang van aerobe naar anaerobe condities (++)

Effect van de (nieuwe) waterbodempkwaliteit in relatie tot andere belangrijke factoren voor het (ecologisch) functioneren van een plas, namelijk: kleiner watervolume, ondieper, verandering van verblijftijd, geohydrologische veranderingen (++)

Naast de directe kwaliteitsaspecten, kunnen ook fysische factoren effect hebben op de kwaliteit. Als de fijne deeltjes geconcentreerd in een bepaald deel of aan het oppervlak terecht komen, heeft dat effect op de verontreinigingsgraad. Verder vraagt de technische haalbaarheid van het aanbrengen van een (zandige) afdeklaag op slap slib aandacht. Zwaarder materiaal kan gemakkelijk door ongeconsolideerd slib heen zakken, waardoor het vulmateriaal in direct contact blijft met het oppervlaktewater. Er lopen momenteel geen onderzoeksprojecten die specifiek aandacht besteden aan deze aspecten.

De technische haalbaarheid en de stabiliteit van een schone afdeklaag op slap baggerslib (±, dit is primair een taak voor de marktpartijen (grondbanken)).

Tenslotte zou bij de uitvoering in specifieke gevallen rekening gehouden kunnen worden met zuurstof- en ammoniumconcentraties. Acute problemen met ammonium of zuurstof kunnen doorgaans voorkomen worden door op ongunstige tijdstippen niet toe te passen. Bovendien zijn er in de praktijk geen voorbeelden bekend waarin dit werkelijk een probleem bleek bij het toepassen. Er lopen momenteel geen onderzoeksprojecten die specifiek aandacht besteden aan de eventuele effecten van toepassen in oppervlaktewater.

Voorkomen van acute, toxische problemen ten gevolge van zuurstoftekort of ammoniumtoxiciteit (-)

6.1.3 Blauwalgenproblematiek zwemwater

De rol van de waterbodempkwaliteit voor het halen van zwemwaterdoelen komt op hoofdlijnen overeen met de KRW-doelen. Er zijn hier geen aanvullende kennisvragen.

6.1.4 Natuurdoelen aquatische systemen

Het verschil met de KRW is dat natuurdoelen ook gericht zijn op hogere organismen en habitattypen. In de basis zal er in veel gevallen synergie zijn tussen de KRW-doelen en de Natura2000-doelen. Het ligt niet voor de hand om binnen KPP Normering chemie specifiek te focussen op de natuurdoelstellingen.

6.1.5 Beheer en onderhoud van de waterbodempkwaliteit

Door onderhoudsbaggeren worden nutriënten uit het oppervlaktewatersysteem gehaald. Of tijdens het baggeren en in de jaren daarna effecten op de kwaliteit van het oppervlaktewater worden gemeten, is niet bekend en de invloed van de baggerdiepte, baggerfrequentie en baggermethode is eveneens onbekend. Er worden momenteel ook geen projecten uitgevoerd op dit gebied. De vraag is wel expliciet benoemd in de Watermozaïek-factsheets. Het is echter geen primaire beleidstaak van DGW, daarom is dit onderwerp niet geprioriteerd.

Effect van onderhoudsbaggeren (tijdens/kort na het baggeren en in de termijn tot de volgende onderhoudsbeurt) en de mogelijke variatie in frequentie, methoden, diepte, etc. op de nalevering, retentie en ecologie van de waterbodempkwaliteit (-)

6.1.6 Samenvatting onderwerpen kennisontwikkeling in rangorde van waardering

1. De rol van waterbodems op stroomgebiedsniveau ten aanzien van nalevering, maar vooral ten aanzien van retentie (++)
2. Mobiliteit van P bij de overgang van aerobe naar anaerobe condities (++)
3. Implementeren van proceskennis uit IP-KRW en combineren van PC Lake en Delwaq in 1 screeningmodel (++) vanaf 2012)
4. Effect van de (nieuwe) waterbodemkwaliteit in relatie tot andere belangrijke factoren voor het (ecologisch) functioneren van een plas, nl.: kleiner watervolume, ondieper, verandering van verblijftijd, geohydrologische veranderingen (++)
5. (Watertype-afhankelijke) normering ontwikkelen voor toepassen in oppervlaktewater (+)
6. Het vóórkomen van toxische stoffen (ammonium, sulfide) in de waterbodem (+).
7. De technische haalbaarheid en de stabiliteit van een schone afdeklaag op slap baggerslib (\pm).
8. Kennisoverdracht IP-KRW-projecten voor ondersteuning aan beheerders (\pm , vanaf 2012)
9. Kwantificeren nalevering (\pm)
10. Kosten-Baten-Analyse voor KRW-maatregelen (\pm , is breder dan waterbodems)
11. Maatregel-effectrelaties afleiden (-)
12. Effect van onderhoudsbaggeren en de mogelijke variatie in frequentie, methoden, diepte, etc. op de nalevering en retentie van de waterbodem (-)
13. Voorkómen van acute toxische problemen t.g.v. zuurstoftekort of ammoniumtoxiciteit (-)

6.2 Concrete suggesties voor de onderwerpen kennisontwikkeling

De onderwerpen voor kennisontwikkeling in 6.1 bevatten in veel gevallen nog geen directe suggestie voor projecten. In deze paragraaf krijgt een aantal onderwerpen nadere invulling voor een mogelijke onderzoeks aanpak.

1. De rol van waterbodems op stroomgebiedsniveau ten aanzien van nalevering/remobilisatie, maar vooral ten aanzien van retentie (++)
 - Er zou een start gemaakt kunnen worden met een riviermodel, waarin de waterbodem op basis van gehalten en eenvoudige kinetiek als bron/sink wordt meegenomen. Dit geeft een eerste indruk van de bijdrage die de waterbodem levert in stromende systemen. Voor dit onderdeel wordt aansluiting gezocht bij de landelijke pilot KRW-verkenner.
2. Mobiliteit van P bij de overgang van aerobe naar anaerobe condities (++)
 - Lab-simulatieproeven m.b.v. SOFIE-cellen; in deze cellen kan aerobisch materiaal onder water worden gezet onder zuurstofloze omstandigheden. Tijdens dit proces kan op verschillende dieptes het poriewater worden bemonsterd.
3. Implementeren van proceskennis uit IP-KRW en combineren van PC Lake en Delwaq in 1 screeningmodel (++) vanaf 2012)
 - Nog geen nadere invulling
4. Effect van de (nieuwe) waterbodemkwaliteit in relatie tot andere belangrijke factoren voor het (ecologisch) functioneren van een verondiepte plas, nl.: kleiner watervolume, ondieper, verandering van verblijftijd, geohydrologische veranderingen (++)
 - Inventariseren van de oppervlaktewaterkwaliteit in huidige (onderwater)depots in relatie tot bagger/grondkwaliteit. In feite de aanpak zoals gevolgd door Vermeule, Maessen en Reijerink, 2010. Zij hebben echter alleen 'eigen' putten en depots meegenomen. Ook meta-informatie (bijv. huidige vuldiepte) is niet meegenomen.

5. (Watertype-afhankelijke) normering ontwikkelen voor toepassen in oppervlaktewater (+)
 - Onderzoek naar de Fe/P-ratio, Fe/S-ratio en P-gehalte in baggerspecie o.b.v. reeds geleverde data.
6. Het voorkómen van toxische stoffen (ammonium, sulfide) in de waterbodem (+).
Nog niet nader uitgewerkt.
7. De technische haalbaarheid en de stabiliteit van een schone afdeklaag op slap baggerslib (\pm).
 - Ervaringen met consolidatie in depots (incl. methoden zoals sandwich (afwisselend lagen zandig en slibbig materiaal, waardoor het water via zandlagen kan worden afgevoerd), verschil tussen het storten van grond en bagger, etc.).
 - Deskstudie naar stabiliteit afdeklaag afhankelijk van de afdekmethode, de eigenschappen van het vulmateriaal en de eigenschappen van het afdek materiaal.
8. Kennisoverdracht IP-KRW-projecten voor ondersteuning aan beheerders (\pm , vanaf 2012)
9. Kwantificeren nalevering (\pm , alleen ondersteunend aan lopende activiteiten)
 - Onderzoek naar de Fe/P-ratio, Fe/S-ratio en P-gehalte in baggerspecie o.b.v. reeds geleverde data.
10. Kosten-Baten-Analyse voor KRW-maatregelen (\pm , is breder dan waterbodems)
Geen nadere uitwerking
11. Maatregel-effectrelaties afleiden (-)
Geen nadere uitwerking
12. Effect van onderhoudsbaggeren en de mogelijke variatie in frequentie, methoden, diepte, etc. op de nalevering en retentie van de waterbodem (-)
 - Meting van de waterbodem en oppervlaktewater op verschillende tijdstippen na baggeren. Met name voor oppervlaktewater zou het mogelijk moeten zijn om historische meetreeksen te vinden op locaties waar gebaggerd is. Mooier nog zijn waterbodemreeksen op verschillende tijdstippen na baggeren.
12. Voorkómen van acute toxische problemen t.g.v. zuurstoftekort of ammoniumtoxiciteit (-)
 - Bevordering gebruik van instrumenten die continu kunnen meten, te bevorderen, m.n. gericht op het detecteren van acute effecten.

7 Referenties

- Boers, P. & J. Uunk (1990) Methode voor het schatten van de nalevering van fosfaat door de waterbodem na vermindering van de externe belasting. Lelystad, Nota Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren / RIZA nr. 90.032.
- Geurts, J.J.M., A.J.P. Smolders, J.T.A. Verhoeven, J.G.M. Roelofs & L.P.M. Lamers (2008) Sediment Fe:PO4 ratio as a diagnostic and prognostic tool for the restoration of macrophyte biodiversity in fen waters. *Freshw. Biol.* 53: 2101-2116.
- Implementatieteam Besluit Bodemkwaliteit, 2010. Handreiking voor het herinrichten van diepe plassen. Den Haag.
- Jaarsma et al., 2008. Van helder naar troebel. Stowa-rapport 2008-04
- Janse, J.H., 2005. Model studies on the eutrophication of shallow lakes and ditches. Thesis Wageningen University.
- Koopmans, G.F., W.J. Chardon, J. Harmsen en P.A.I. Ehlert, 2010. Fosfaatparameters van landbouwgrond en bagger ter voorkoming van eutrofiëring bij het verondiepen van diepe plassen. Advies bij een helpdeskvraag. Alterra, Wageningen UR.
- Lijzen J.P.A. et al., 2010 Beoordelen grootschalige bodemtoepassingen in diepe plassen**
- Elementen voor locatiespecifieke beoordeling. RIVM Rapport 607711002/2010
- Michielsen, B, L. Lamers en F. Smolders, 2007. Interne eutrofiëring van veenplassen belangrijker dan voorheen erkend? H2O nr 8, pp.51-54.
- MNP, 2007. Werking van de Meststoffenwet 2006. Milieu- en Natuurplanbureau (mnp), Bilthoven. MNP-publicatienummer 500124001
- Osté, A, N. Jaarsma, F. van Oosterhout (2010). Een heldere kijk op diepe plassen. Kennisdocument diepe meren en plassen. STOWA-rapport 2010-38.
- Van den Berg, G.A., 2000. Storten van Baggerspecie in open putdepots. Deelrapport 3: Verspreiding van stikstof tijdens storten van baggerspecie in open putdepots. RIZA werkdocument 2000.042X, AKWA-rapport 00.002
- Verheijen et al., 2009. Verantwoord grootschalig toepassen van grond en baggerspecie Rapport van de Deskundigencommissie. Juni 2009.
- Vermeule, W., M. Maessen en J. Reijerink, 2010. Fosfor en het toepassen van baggerspecie in diepe plassen. H2O 2010, nr. 23, pag. 42-44

Vink, J.P.M., J. Harmsen, H. Rijnaarts, 2010). Delayed immobilization of heavy metals in soils and sediments under reducing and anaerobic conditions; consequences for flooding and storage. *J Soils Sediments* (2010) 10:1633–1645.

A Bijlage A: overzicht van alle projecten die recent zijn uitgevoerd op het gebied van interne eutrofiëring

titel	OBN (ontwikkeling en beheer Natuurkwaliteit) – onderdeel Laagveenwateren
initiatiefnemer	LNV, nu EL&I
uitvoerder	consortium met RUN als penvoerder
looptijd	2003 – 2006 (programma loopt door)
trefwoorden	troebel water, inlaatwater, baggeren
korte beschrijving	<p>Het OBN-programma is gericht op kennisontwikkeling voor natuurbeheer. Het project was in de volle breedte gericht op het functioneren en herstel van laagveenwateren, maar is expliciet aandacht besteed aan de rol van de waterbodem. Waterbodemerelateerde vragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wat zijn de relatieve bijdragen van externe en interne bronnen van eutrofiëring, in verband met te maken keuzen binnen het hydrologisch beheer? - Wat is de rol van de door het inlaatbeheer toegenomen waterhardheid en/of sulfaatconcentratie bij (veen)bodemafbraak, interne eutrofiëring en bij de vorming van gifstoffen? - Wat is de invloed van water- en bodemkwaliteit (al dan niet na baggerbeheer) op de troebelheid door algen en de opwerveling van bodemdeeltjes? <p>Dit project is afgerond. Het OBN-programma loopt door, maar de onderzoeksinspanningen zijn minder groot (totaal €2 mln. per jaar voor het hele programma), zie bijlage C.</p> <p>Voor meer informatie: http://www.natuurkwaliteit.nl/</p>

titel	Kennisdocumenten diepe meren en ondiepe meren
initiatiefnemer	STOWA
uitvoerder	Witteveen+Bos, RUN, WUR, RPC,
looptijd	2006 (ondiep), 2010 (diep)
trefwoorden	troebel water in diepe meren, blauwalgen
korte beschrijving	Beschrijving van het functioneren van plassen met aandacht voor de waterbodem in het systeem.

titel	Rapport van de commissie Verheijen
initiatiefnemer	Rijk
uitvoerder	Een groep deskundigen
looptijd	2009
trefwoorden	verondiepen
korte beschrijving	<p>De commissie Verheijen heeft een reeks aanbevelingen gedaan, waaronder enkele op het gebied van oppervlaktewater, nl:</p> <ul style="list-style-type: none"> - de ontwikkeling van nieuwe effectievere monitoringsmethoden, zoals zogenaamde “passive samplers” of instrumenten die continu kunnen meten, te bevorderen.

	<ul style="list-style-type: none"> - De P/Fe-ratio uit de beleidsregels van de waterschappen kan voorlopig pragmatisch worden gehandhaafd. Tegelijkertijd wordt aanbevolen het gedrag en de risico's van nutriënten als gevolg van het toepassen in zandwinplassen te onderzoeken en op basis daarvan te komen tot betere normen. - materiaaleisen, gedrag en onderhoud van de afdeklaag nader te onderzoeken (blijvend minimaal 0,5 m). - praktijkonderbouwd onderzoek te doen naar de technische haalbaarheid en de stabiliteit op lange termijn van een schone afdeklaag op slap baggerslib.
--	--

titel	Handreiking voor het herinrichten van diepe plassen
initiatiefnemer	Rijk
uitvoerder	AgentschapNL
looptijd	2009-2010
trefwoorden	verondiepen
korte beschrijving	<p>De handreiking behandelt ook het onderwerp nutriënten en geeft bovengrenzen (P-totaal en P/Fe) voor toe te passen materiaal evenals actiewaarden voor monitoring.</p> <p>Specifiek voor nutriënten Alterra heeft een memo geschreven n.a.v. de vraag: Is het mogelijk met een eenvoudige analyse of test van de in de plas te brengen grond of bagger te voorspellen welke invloed de grond of bagger heeft op het oppervlaktewater in de plas? Antwoord: Indien ijzer een niet te verwaarlozen fractie is van de fosfaatvormen in het beoogde vulmateriaal en al dan niet voor zwavel gecorrigeerd is, dan zal een vulmateriaal met een verhouding P/Fe lager dan 0,055 (gewichtsbasis) een onderscheidend criterium kunnen zijn.</p>

titel	Handreiking beoordeling waterbodems
initiatiefnemer	min V&W
uitvoerder	RWS-Waterdienst, Deltares (onderdeel TO Normering chemie)
looptijd	2008- 2010
korte beschrijving	<p>In 2010 is de Handreiking beoordelen waterbodems afgerond, waarin wordt beoordeeld in hoeverre de waterbodemkwaliteit een belemmering vormt voor het halen van de waterkwaliteitsdoelstellingen. Gaat in op het effect van toxische stoffen en nutriënten.</p> <p>Voor nutriënten is een screeningmodel ontwikkeld en gecalibreerd. Tevens een inventarisatie uitgevoerd naar mogelijke meettechnieken.</p> <p>Verder is een vergelijking gemaakt tussen het screeningmodel van Deltares en PC Lake.</p>

titel	Rapport Locatiespecifieke beoordeling verondiepen zandwinplassen
initiatiefnemer	Rijk
uitvoerder	RIVM, Deltares, ECN
looptijd	2010
trefwoorden	verondiepen
korte beschrijving	<p>Het rapport is af, maar het geeft geen criteria geeft voor oppervlaktewater. Er wordt verwezen naar (IP-KRW)-projecten en de volgende aanbevelingen worden gedaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het ontwikkelen van een toetsingscriterium voor de beïnvloeding van het oppervlaktewater. Hiervoor is een test nodig en waterspecifieke criteria, waarmee bepaald kan worden of fosfaatgehalten in het oppervlaktewater beneden de normen zullen blijven. • Het onderzoeken van de beschikbaarheid van fosfaat in grond en bagger

titel	Inundatie droge Rijn en Maassedimenten
initiatiefnemer	EU-project & SO Deltares
uitvoerder	Deltares
looptijd	t/m 2010
trefwoorden	verondiepen
korte beschrijving	<p>Project gericht op de mobiliteit van anorganische verontreinigingen tijdens inundatie. De proeven zijn in het lab uitgevoerd in SOFIE-cellen, waarbij nauwkeurig poriewater is gemeten op verschillende dieptes en tijdstippen.</p>

B Lopende projecten op het gebied van interne eutrofiëring

titel	PLONS
initiatiefnemer	STOWA & 14 waterschappen
uitvoerder	WUR
looptijd	2007 – 2011
trefwoorden	kroos, effect beheer (baggeren)
korte beschrijving	<p>Het project PLONS richt zich op de waterkwaliteit van sloten, met als belangrijkste aandachtspunten:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Het effect van levensgemeenschappen op de zelfreinigende werking van sloten. * Het effect van beheer op de ecologische kwaliteit van sloten. <p>Bij het baggeren wordt vooral gekeken naar de 'verstoringgraad' en het effect daarvan op de ecologie en minder op de bijdrage van de waterbodem/bagger op het vrijkomen van fosfaat. In het onderdeel zelfreinigend vermogen wordt naar het functioneren van sloten gekeken. Voorlopige conclusie in een H2O-artikel (Zuidam et al., 2009) is dat de bodem weliswaar een belangrijke factor is in de nutriëntenhuishouding, maar dat de nalevering uit omringend landbouwgebied zodanig groot is dat er vooral naar effectgericht maatregelen moet worden gezocht.</p> <p>Meer informatie op: http://www.plons.wur.nl/</p>

titel	Baggernut
initiatiefnemer	Innovatieprogramma IP KRW (Min I&M)
uitvoerder	RUN, B-Ware, Arcadis, Deltares, STOWA & 12 waterschappen
looptijd	2010-2011
trefwoorden	troebel water, vegetatie, afwenteling, baggeren, effect vis, inlaatwater
korte beschrijving	<ul style="list-style-type: none"> - het ontwikkelen van een eenduidige en betrouwbare meetmethode. Het is de bedoeling dat deze kan worden uitgevoerd door de waterbeheerders en hun eigen laboratoria. - ontwikkeling van een "bodemdiagnosetool", waarmee gegeven de bodemeigenschappen, een oordeel kan worden gegeven over de te verwachten effectiviteit van de aanpak van de waterbodem en de maatregelen die daarvoor het meest geschikt zijn. - het screeningmodel uit de Handreiking Beoordelen Waterbodem is een instrument dat deel uitmaakt van de Bodemdiagnosetool.

titel	De bodem bedekt
initiatiefnemer	Innovatieprogramma IP KRW (Min I&M)
uitvoerder	HH Schieland en de Krimpenerwaard, Waternet, Deltares
looptijd	2009-2011
trefwoorden	afdekken, toeslagstoffen
korte beschrijving	Afdekking van de Bergse achterplas met een laagje Aluminiumhydroxide en 20 cm zand om de interne eutrofiëring en vertroebeling tegen te gaan, maar ook om de ontwikkeling van vegetatie te stimuleren. In dit project worden kolomexperimenten uitgevoerd waarin de flux uit de bodem wordt gemeten.

titel	Droogval
initiatiefnemer	Innovatieprogramma IP KRW (Min I&M)
uitvoerder	Waterschap Hunze en Aa's, B-WARE, Deltares, Witteveen+Bos, STOWA, Staatsbosbeheer
looptijd	2010-2011
trefwoorden	troebel water, vegetatieontwikkeling, droogval
korte beschrijving	<p>Onderzoek heeft uitgewezen dat na een periode van droogval beduidend lagere nutriëntengehaltes in de waterkolom worden gemeten (van Geest, 2005). Daarnaast zijn er tal van andere positieve effecten (anekdotisch) bekend.</p> <p>Er zijn echter onzekerheden over de toepasbaarheid op specifieke locaties (mogelijke effecten wonen, landbouw en recreatie). Er is bovendien nog onvoldoende bekend over bijvoorbeeld de invloed van de samenstelling van het sediment, de effecten op aquatische organismen, de technische uitvoerbaarheid voor verschillende locaties, de benodigde duur van de droogval en de frequentie waarmee de maatregel moet worden herhaald.</p> <p>In dit proefproject wordt beoogd droogval als maatregel op verschillende locaties te testen en de reacties van het watersysteem op deze vorm van beheer zo goed mogelijk te identificeren en te doorgronden. Zodoende kunnen we de toepasbaarheid en effectiviteit voor verschillende watersystemen vooraf inschatten.</p>

titel	Flock & Lock
initiatiefnemer	Brabantse Delta
uitvoerder	WUR
looptijd	2008 - ... (diverse projecten)
trefwoorden	troebel water, effect vis, toeslagstoffen
korte beschrijving	Het principe achter Flock&Lock is dat alle in het water aanwezige fosfaat naar de waterbodem wordt geprecipiteerd met een (verzwaard) vlokmiddel, waarna een fosfaatbinder (Phoslock®) zorgt voor een permanente vastlegging van het uit de waterkolom neergeslagen en uit de waterbodem vrijkomende fosfaat. Phoslock® is een klei-lanthaanverbinding die veel fosfaat kan binden. Flock&lock is uitgevoerd in zwemplassen De Kuil en Rauwbraken

titel	Blauwalgenbestrijding in stadsvijvers
initiatiefnemer	Innovatieprogramma IP KRW (Min I&M)
uitvoerder	Brabantse Delta, WUR, STOWA
looptijd	2009 - 2011
trefwoorden	blauwalgen, toeslagstoffen, baggeren, vegetatie, ABB
korte beschrijving	<p>Het project 'Bestrijding blauwalgenoverlast in stadswateren' heeft als doel een aantal structurele, kansrijk geachte innoverende maatregelen voor duurzame verbetering van oppervlaktewater in de praktijk te testen en de kennis over de effectiviteit ervan te vergroten. De maatregelen worden uitgevoerd in een zwemplas en drie stadswateren. Het uiteindelijk gewenste projectresultaat is om de geëutrofiëerde stads- en zwemwateren van de ongewenste troebele toestand (als gevolg van algenoverlast) te doen omslaan naar een heldere toestand en het water vervolgens in deze toestand te houden.</p> <p>De maatregelen vinden plaats op de volgende proeflocaties:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Vijver mgr. Schaepmanlaan te Dongen (Waterschap Brabantse Delta) 2 Zwemplas De Kuil te Prinsenbeek (Waterschap Brabantse Delta) 3 Stiffeliovijver te Eindhoven (Waterschap Dommel) 4 Vijver De Ploeg te Heesch, (Waterschap Aa en Maas) <p>Deze maatregelen zijn de toepassing van een vlokmiddel (Phoslock), het chemisch vastleggen van fosfaat aan de bodem, baggeren, uitzetten waterplanten en het aanpassen van de visstand</p>

titel	Ijzersuppletie in laagveenplassen
initiatiefnemer	Innovatieprogramma IP KRW (Min I&M)
uitvoerder	Waternet, NIOO, RUN
looptijd	2009-2011
korte beschrijving	Dit project ontwikkelt een methode om ijzer in de bodem van meren te brengen en zodoende de fosfaattoevoer vanuit de bodem naar het oppervlaktewater te stoppen. De bedoeling is om de geschiktheid van de methode te vergroten en deze toepassingsgereed te maken. Het ijzer wordt gedurende twee jaar in een plas ingebracht. Zo wordt de bodem weer opgeladen met ijzer en wordt het fosfaatbindend vermogen hersteld. Gedurende de afgelopen decennia is de bodem verdroogd. Hierdoor stopte de aanvoer van ijzerhoudend kwelwater en verloor de waterbodem het fosfaatbindend vermogen.

titel	KPP Normering chemie (voorheen TO)
initiatiefnemer	min I&M
uitvoerder	RWS-Waterdienst, Deltares
looptijd	2008- doorlopend
korte beschrijving	Het screeningmodel is nog niet afgerond. De gebruiksschil (zodat het voor minder deskundige gebruikers kan worden gebruikt) is nog niet ontwikkeld. In het kader van Baggernut wordt het model op 6 locaties toegepast.

titel	Monitoring stroomgebieden Krimpenerwaard
initiatiefnemer	Rijk (EL&I trekt)
uitvoerder	Alterra, Deltares
looptijd	2004- 2011
korte beschrijving	Op basis van literatuurstudie wordt geconcludeerd dat de fosfaatdynamiek in de Krimpenerwaard waarschijnlijk veroorzaakt wordt door een combinatie van chemische en biotische nalevering vanuit de waterbodem. Om deze hypothese te toetsen zijn er gestratificeerd naar landgebruik en bodemtype metingen aan de waterbodem zelf gedaan. Op basis van veldinformatie en laboratoriumanalyse wordt de hoeveelheid fosfaat die potentieel uit de waterbodem kan worden nageleverd bepaald.

titel	OBN (ontwikkeling en beheer Natuurkwaliteit)
initiatiefnemer	LNV, nu EL&I
uitvoerder	
looptijd	totaal €2 mln per jaar voor het hele programma
korte beschrijving	Onderdeel van het huidige OBN-programma is een project over het effect van waterregimes op de natuur (in veengronden), waarbij de eigenschappen van een betreffende locatie sturend zijn. De karakteristieken van de waterbodem worden als stuurparameter meegenomen. Voor meer (algemene) informatie over OBN: http://www.natuurkwaliteit.nl/

titel	Reguliere monitoring huidige depots
initiatiefnemer	depotbeheerders
uitvoerder	depotbeheerders
looptijd	n.v.t.
korte beschrijving	Verondiepen onder het Besluit bodemkwaliteit is pas recent mogelijk maar depots wijken in essentie niet af van diepe plassen. De meeste depotbeheerders verzamelen gegevens van het oppervlaktewater en mogelijk hebben ze P-gehalten in de waterbodem beschikbaar, al zal dit beperkt zijn.

C Geplande projecten/programma's in 2011-2013

titel	Strategisch onderzoek (SO) Nutriënten
initiatiefnemer	Rijk (Raad voor het Deltaonderzoek)
uitvoerder	Deltares
looptijd	2008- doorlopend
korte beschrijving	Het SO van Deltares is verdeeld in 26 programma's (roadmaps), waaronder een roadmap Nutriënten. Momenteel wordt er in de roadmap geen werk uitgevoerd waarin de waterbodem een belangrijke rol speelt, maar in de komende jaren is er aandacht voor retentie van nutriënten in het watersysteem van perceel naar zee en aan interne eutrofiëring. Momenteel is dit nog niet concreet.

titel	Onderzoeksprogramma RIVM 2011
initiatiefnemer	I&M
uitvoerder	RIVM, Deltares, ...
looptijd	2011 e.v.
korte beschrijving	VROM heeft aan RIVM gevraagd om een PvA te maken voor onderzoek naar de kennishiaten voor verondiepen van putten. De aanbevelingen van de cie. Verheijen en de TCB worden hierin meegenomen. Dit project zal worden uitgevoerd door meerdere kennisinstituten.

titel	Waterbodem Volkerak Zoommeer (VZM)
initiatiefnemer	RWS Zeeland/ RWS WD
uitvoerder	Deltares + n.t.b. partijen
looptijd	2011
korte beschrijving	Uit een water- en stoffenbalans studie in het VZM is geconcludeerd dat de waterbodem een significante rol heeft in de eutrofiering, waarbij nadrukkelijk is gesteld dat er op langere termijn retentie optreedt, mogelijk via mineralisatie. RWS Zeeland wil dit nader onderzoeken. Er zijn verschillende ideeën hoe dit zou kunnen.

Factsheets Watermozaïek

titel	Watermozaïek-factsheets
initiatiefnemer	STOWA
uitvoerder	STOWA (www.watermozaïek.nl)
looptijd	2009
korte beschrijving	<p>Opstellen belangrijke kennisvragen waaronder:</p> <p>1. Interne belasting:</p> <ul style="list-style-type: none"> • hoe groot is de interne belasting in verschillende wateren? Dit vraagt om een kwantificering van fluxen, uitgedrukt in dezelfde eenheid als de externe belasting (g P/m²/jaar of mg P /m²/dag).. • met welke meting kan de potentiële omvang van de interne belasting het best voorspeld worden? • bij welke geschatte of potentiële omvang van de interne belasting (in relatie tot de externe belasting) is het wenselijk, gezien vanuit het oogpunt van ecologisch herstel, om de interne belasting aan te pakken? Bepalen van de grenswaarden. • wat zijn de effecten van de verschillende mogelijke maatregelen op de interne belasting? • welke maatregelen zijn het meest kosteneffectief? <p>2. Baggeren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wat te doen bij een nutriëntenverzadigde minerale bodem onder de sliblaag? • in welke mate komen nutriënten vrij bij baggeren, denk bv. aan de ontwikkeling van een krooslaag na baggeren? • hoe kan men de winst aan natuurwaarden na baggeren kwantificeren? • is baggeren wel zinvol als er nog geen emissiereducerende of nutriëntmigratieremmende maatregelen zijn genomen? • zijn oude sliblagen voedselrijker of juist voedselarmer dan recentere afzettingen? Bestaat daarin een algemene trend of is de slibopbouw van waterbodems sterk gebiedsafhankelijk? • is een ecologische indeling van slibbodems mogelijk en zinvol? • welke biomassa's aan slibbewonende organismen horen bij de verschillende soorten slibbodems? • wat is 'biobaggeren' en is het zinvol? • in welke situaties gaan kwetsbare populaties of hun bijbehorende habitats verloren?

	<p>3. Cyanobacteriën</p> <ul style="list-style-type: none">• wat zijn de sleutelfactoren die ervoor zorgen dat verschillende soorten cyanobacteriën in zoete wateren tot bloei komen?• welke toxines worden door deze soorten geproduceerd en onder welke omstandigheden?• welke bronmaatregelen kunnen geformuleerd worden om de bloei van cyanobacteriën tot een acceptabel niveau te beperken? Welke effecten zijn van deze maatregelen te verwachten?• wat is de kosteneffectiviteit van verschillende maatregelen? <p>4. Natuurvriendelijke oevers</p> <ul style="list-style-type: none">• Effecten van natuurvriendelijke oevers op het voorkomen van (groepen) gewenste soorten.• Effecten van natuurvriendelijke oevers op de nutriëntenhuishouding en omgekeerd <p>5. Retentie van nutriënten in het watersysteem</p> <ul style="list-style-type: none">• permanente submerse opslag van nutriënten in 'onderwatervuilsbelten', bijv. afdekken eutroof sediment, verdieping• opslag van nutriënten met beperkte opslagduur, slibvang, nevengeulen, opslag in biota
--	--