Hogeschool VAN HALL LARENSTEIN
ONDERDEEL VAN WAGENINGEN UR

ONDERZOEKCENTRUM B ware

BIOGEOCHEMICAL WATER-MANAGEMENT & APPLIED RESEARCH ON ECOSYSTEMS

Kan de waterbodem een waterkwaliteitsverbetering geven na een (geforceerde) tijdelijke droogval?

Bijlage

Datum: 20 October 2011

Afstudeeropdracht:	Land- en Watermanagement I&W richting Ecohydrologie (deeltijd)
Student:	C.C.M (Christel) Klaren (660827324)
Externe begeleider:	Dr. E.C.H.E.T. (Esther) Lucassen (B-ware, Radboud Universiteit Nijmegen)
Begeleidend docent:	Ir H. (Hans) van den Dool (van Hall Larenstein)

Inhoud

Bijlage	**I**	Projectplan KRW innovatie droogval 2009
Bijlage	**II**	Kaart van Nederland met locatie aanduiding
Bijlage	**III**	Locatie van de onderwaterbodem monsters
Bijlage	**IV**	Beeld van dataset uit verschillende analysen
Bijlage	**V**	Verklarende woordenlijst

BIJLAGE I Projectplan KRW innovatie droogval 2009

SenterNovem

Projectplan KRW innovatiesubsidie

Tijdelijke droogval als waterkwaliteitsmaatregel

SenterNovem

Tijdelijke droogval als waterkwaliteitsmaatregel

STOWA

Staatsbosbeheer

Witteveen+Bos

Deltares

B-WARE

Waterschap Hunze en Aa's

datum
5 november 2009

INHOUDSOPGAVE **blz.**

1. MANAGEMENTSAMENVATTING **7**

2. PROBLEEMSTELLING EN PROJECTDOEL **8**
2.1. Probleemstelling 8
2.2. Projectdoel 9

3. AANPAK **10**
3.1. Algemeen 10
3.2. Werkpakketten 10
3.3. Monitoring 13
3.4. Beschrijving producten 14

4. BIJDRAGE AAN DE BELEIDSOPGAVE **15**
4.1. Beleidsopgave 15
4.2. Effecten op de waterkwaliteit 15
4.3. Kosten van de onderzochte maatregel 16
4.4. Kosteneffectiviteit 17
4.5. Opschaalbaarheid 17
4.6. Referentiesituatie 18

5. VERNIEUWENDHEID VAN DE AANPAK **19**
5.1. Innovatie in de aanpak 19
5.2. Alternatieven 19

6. AANVULLENDE EFFECTEN **20**

7. SAMENWERKINGSVERBAND EN PROJECTMANAGEMENT **21**
7.1. Projectmanagement 23

8. PLANNING **24**

laatste bladzijde **18**

1. MANAGEMENTSAMENVATTING

Veel Nederlandse wateren hebben te maken met hardnekkige waterkwaliteitsproblemen. Hierdoor worden verschillende plassen jaarlijks voor recreanten afgeschermd in verband met blauwalgenbloei. Buiten overlast voor gebruikers staat in deze wateren de ecologische kwaliteit ook sterk onder druk.

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) is ingevoerd om verdere verslechtering van de Europese oppervlaktewateren een halt toe te roepen en de waterkwaliteit structureel te verbeteren. Hierbij hebben de lidstaten bepaald dat in 2015 alle oppervlaktewateren over een goede waterkwaliteit beschikken. Voor de nutriëntenproblemen die in een tijdsbestek van tientallen jaren zijn ontstaan moeten nu binnen een korter tijdsbestek oplossingen worden gevonden. Dit lijkt een bijna onmogelijke opgave en vergt grote (financiële) inspanning van waterbeheerders én maatschappij.

De Nederlandse waterbeheerders hebben vooral gekozen voor inrichtingsmaatregelen (natuurvriendelijke oevers) om hun doelen te bereiken. Het is maar zeer de vraag of deze maatregelen de negatieve effecten vanuit de bodem voldoende aanpakken. Om de negatieve effecten van de waterbodem teniet te doen wordt vaak gebaggerd. Dit is echter een zeer kostbare maatregel die daardoor niet overal kan worden uitgevoerd.

In dit project willen wij demonstreren dat er voor bovenstaande problematiek een kosteneffectieve oplossing bestaat. Zowel experimenteel als veldonderzoek 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.

De maatregel ‘tijdelijke droogval’ wordt echter nog niet in de praktijk toegepast door 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.

In dit project 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. In potentie kan deze maatregel ertoe leiden dat wateren niet of minder vaak gebaggerd hoeven te worden. Dit betekent een forse kostenbesparing.

De projectvorm is vooral een demonstratieproject waarin we willen demonstreren dat deze maatregel werkt en betaalbaar is. Daarnaast doen we tevens laboratoriumonderzoek om de resultaten te onderbouwen. Ook is er sprake van een eerste-toepassingsproject omdat het de eerste keer zal zijn dat in Nederland verschillende oppervlaktewateren actief worden drooggezet met als doel de waterkwaliteit te verbeteren.

2. PROBLEEMSTELLING EN PROJECTDOEL

2.1. Probleemstelling

Veel Nederlandse wateren hebben te maken met hardnekkige waterkwaliteitsproblemen. Hierdoor worden verschillende plassen jaarlijks voor recreanten afgeschermd in verband met blauwalgenbloei. Buiten overlast voor gebruikers staat in deze wateren de ecologische kwaliteit ook sterk onder druk. Daarnaast is er ook nog sprake van een negatief effect op omringende (natte en droge) natuurwaarden. Veel waterkwaliteitsproblemen worden veroorzaakt door een te grote beschikbaarheid van nutriënten (voedingsstoffen voor algen- en plantengroei). Bij een overmaat aan nutriënten - en dan vooral stikstof en fosfaat - ontstaat een soortenarme natuur die gedomineerd wordt door snelgroeiende soorten zoals kroos en algen. Voor een belangrijk deel bevinden nutriënten zich in de waterbodem.

Waterbodem tikkende tijdbom
Een ongerepte waterbodem gedraagt zich ten aanzien van nutriënten als een spons. Vanaf de jaren '50 is de nutriëntenbelasting in veel wateren explosief toegenomen als gevolg van de uitbreidingen in industriële sector en landbouw. Aanvankelijk kon een groot deel van de geloosde nutriënten aan de waterbodem worden gebonden. Na een lange periode raakte veel waterbodems echter verzadigd met nutriënten. Nu de waterkwaliteit de laatste jaren weer wat aan het verbeteren is komen de eens in de bodem opgeslagen nutriënten weer vrij. Vooral in plassen (stagnante wateren) waar het contact tussen water en bodem intensief is leidt dit tot grote problemen. Deze wateren worden zwaar belast door de erfenis aan nutriënten die zich in de bodem bevinden. Hiermee is de waterbodem van spons tot tikkende tijdbom geworden.

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) is ingevoerd om verdere verslechtering van de Europese oppervlaktewateren een halt toe te roepen en de waterkwaliteit structureel te verbeteren. Hierbij hebben de lidstaten bepaald dat in 2015 alle oppervlaktewateren over een goede waterkwaliteit beschikken. Voor de nutriëntenproblemen die in een tijdsbestek van tientallen jaren zijn ontstaan moeten nu binnen een korter tijdsbestek oplossingen worden gevonden. Dit lijkt een bijna onmogelijke opgave en vergt grote (financiële) inspanning van waterbeheerders én maatschappij.

De Nederlandse waterbeheerders hebben vooral gekozen voor inrichtingsmaatregelen (natuurvriendelijke oevers) om hun doelen te bereiken. Het is maar zeer de vraag of deze maatregelen de negatieve effecten vanuit de bodem voldoende aanpakken. Om de negatieve effecten van de waterbodem teniet te doen wordt vaak gebaggerd. Dit is echter een zeer kostbare maatregel die daardoor niet overal kan worden uitgevoerd.

In dit project willen wij demonstreren dat er voor bovenstaande problematiek een kosteneffectieve oplossing bestaat. In veel natuurlijke wateren vindt gedurende de zomermaanden droogval plaats. In een droogvallende waterbodem vinden verschillende processen plaats die een positieve invloed op de waterkwaliteit hebben. Zo wordt fosfaat vastgelegd, stikstof afgevoerd en kieming van water- en oeverplanten bevorderd. In verreweg de meeste wateren in Nederland worden de waterpeilen beheerst zodat er geen droogval meer plaatsvindt. Daar waar incidenteel een water voor enige tijd droogvalt worden vaak positieve effecten waargenomen. Zo zijn er op dit moment tal van anekdotische voorbeelden te noemen van wateren die na droogval in kwaliteit sterk verbeterden. Zowel experimenteel als veldonderzoek heeft uitgewezen dat droogval kan resulteren in beduidend lagere nutriëntengehaltes in de waterkolom en een forse toename aan ondergedoken waterplanten in de daaropvolgende jaren (van Geest, 2005).

Hoewel de effectiviteit door waterschapsecologen wordt onderschreven, wordt de maatregel echter nog niet in de praktijk toegepast. Dit komt door onzekerheden over de toepasbaarheid

op specifieke locaties en de mogelijke negatieve effecten op andere functies. 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.

2.2. Projectdoel

Doel van het project is inzicht te verkrijgen in de omstandigheden waarin (hoe, wanneer en waar) en tegen welke kosten de maatregel droogval kan worden toegepast, evenals welke baten hiervan mogen worden verwacht. In dit project wordt gedemonstreerd dat geforceerde droogval een zeer krachtig instrument is waarmee op relatief eenvoudige wijze een goede waterkwaliteit kan worden bereikt.

Doel
Het kosteneffectief verbeteren van de waterkwaliteit, door gebruik te maken van een natuurlijk proces en de toepasbaarheid hiervan aantonen.

3. AANPAK

3.1. Algemeen

Op vier locaties in Nederland zal in de zomer van 2010 gedurende enkele maanden de onderwaterbodem geheel (tenminste 90 %) of gedeeltelijk worden drooggelegd. Het gaat hierbij om de locaties:

- de Deelen (FR);
- de Rottige Meente (FR);
- 2 kleiplassen nabij Slochteren (GR).

De maatregel zal plaatsvinden door het aanleggen van een bemaling (pompen) die het water uit de plas wegpompt en voor een aantal locaties het aanbrengen van een damwandconstructie (compartimenten) waaruit water wordt weggepompt. Daarnaast zullen enkele laboratoriumproeven plaatsvinden om nauwkeurige metingen te doen onder gecontroleerde omstandigheden. De resultaten hiervan zullen worden gebruikt om de maatregelen in de veldsituatie te onderbouwen.

Uiteindelijk is het doel te komen tot een model of sleutel waarmee kan worden voorspeld of voor een willekeurige locatie in Nederland droogval een kosteneffectieve maatregel is om de waterkwaliteit te verbeteren. Hierin worden meegenomen de kwaliteitsverbetering en de technische uitvoerbaarheid.

3.2. Werkpakketten

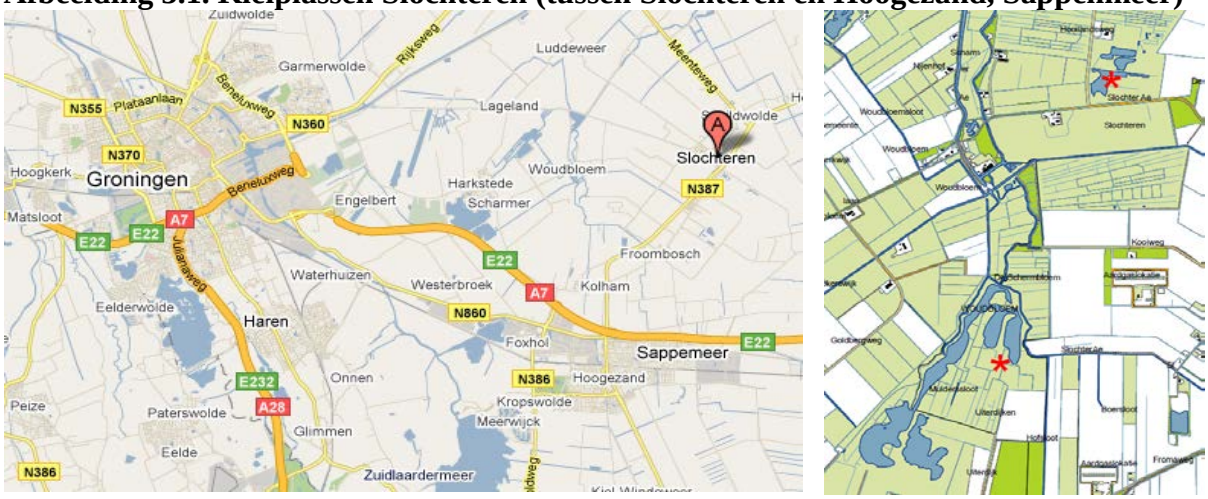
In het project onderscheiden we in toenemend detailniveau drie werkpakketten:

1. Praktijkmaatregel;
2. Mesocosmos metingen;
3. Microcosmos metingen.

ad 1) Praktijkmaatregel

De praktijkmaatregelen worden uitgevoerd op vier hoofdlocaties in Groningen en Friesland, met in de Deelen en de Rottige Meente twee sublocaties (twee petgaten). In totaal gaat het om 6 onderzoekslocaties.

Afbeelding 3.1. Kleiplassen Slochteren (tussen Slochteren en Hoogezand, Sappenmeer)



Voorafgaand aan de maatregel zal een uitgebreide analyse van de nulsituatie plaatsvinden., waarin naast hydrologische en ecologische, ook geotechnische aspecten worden meegenomen. Vervolgens worden in het voorjaar van 2010 de maatregelen genomen. Eind 2011 mogen de

waterpeilen weer tot de oorspronkelijke niveaus toenemen. In de periode tijdens de droogval (2010) en na afloop van de droogval zal maandelijks gemonitord worden.

werkzaamheden

Onder dit werkpakket vinden de volgende werkzaamheden plaats:

- het zetten van damwanden (Rottige Meente);
- het opwerpen van gronddammen (de Deelen);
- het plaatsen van mobiele pompen;
- het plaatsen van peilbuizen;
- het afvissen van de plassen/petgaten;
- het (blijvend) leegpompen gedurende de droogvalperiode;
- het monitoren van bodem, oppervlakte-, grond- en poriewater, vegetatie (kieming en ontwikkeling) en geotechnische aspecten (zetting, grondwaterstanden).

De Deelen

Het is een groot laagveengebied van circa 500 ha groot in het zogenaamde Lage Midden van Friesland. Omstreeks 1920 begonnen hier de eerste veenarbeiders met de veenwinning voor de productie van turf. Door het afgraven van het laagveen ontstond een doolhof van petgaten en legakkers. Het vele water van De Deelen oefent een grote aantrekkingskracht uit op watervogels. Mede door de aanwezigheid van zeldzame soorten als de zwarte stern, de purperreiger en de bruine kiekendief, heeft het natuurgebied de internationale status van Wetland verworven.

De Rottige Meente

Tussen de riviertjes de Linde en de Tjonger ligt natuurreservaat de Rottige Meente (1100 ha). Samen met de Brandemeer is dit gebied een belangrijke schakel in de ecologische hoofdstructuur in Zuid-Friesland. De Rottige Meente en de Brandemeer zijn ontstaan door turfwinning in de 19e en 20e eeuw. Grote delen zijn vergraven tot petgaten en legakkers. Het huidige reservaat heeft hieraan zijn typische vorm te danken. Door de combinatie van water en droge plekken kent de Rottige Meente vele bijzondere leefgebiedjes. Zo zijn hier bloemrijke graslandjes, trilvenen en veenmosrietlanden. Het is een geschikt leefgebied voor de otter.

ad 2) Mesocosmos metingen

Dit type onderzoek neemt een intermediaire plaats in tussen de microcosmos metingen die in het laboratorium plaatsvinden en de praktijkmaatregel op veldschaal. Het is de toepassing van de maatregel op een kleinere schaal, in de openlucht in kleine vijvers met een oppervlakte van tenminste 1 m^2 en met een diepte van een meter. Dit soort onderzoek op kleinere schaal maakt het goed mogelijk om interacties tussen abiotiek en biotiek (macrofauna, waterplanten, algen, diatomeeën, vissen, etc.) te onderzoeken. Omdat de mesocosms zich op het terrein van een onderzoeksinstituut (B-WARE, Nijmegen) bevinden is het mogelijk om een intensief monitoringsprogramma uit te voeren. Dit laatste is een belangrijk voordeel ten opzichte van de toepassing op veldschaal en is van groot belang voor het opzetten van een modelinstrument.

Werkzaamheden
Onder dit werkpakket vinden de volgende werkzaamheden plaats:
- het verzamelen van bodemmateriaal op de verschillende locaties;
- het opzetten en inrichten van de vijvers;
- het toepassen van de maatregel droogval en dit vergelijken met de controlesituatie zonder de maatregel;
- het monitoren van processen in bodem- en oppervlaktewater.

ad 3) Microcosmos metingen
Dit soort onderzoek dat wordt uitgevoerd in een laboratorium in kleine aquaria of kolommen, hebben als voordeel dat ze tegelijkertijd voor een groot aantal verschillende bodems (lees: locaties) kunnen worden uitgevoerd. Vooral voor het bestuderen van sturende biogeochemische processen zijn dit soort opstellingen zeer geschikt. Door monitoring van de oppervlaktewater- en bodemwaterkwaliteit kunnen de effecten van droogval en inundatie goed worden gevolgd. Zo zijn bijvoorbeeld kwantificering van zowel fosfaatnalevering als van de mate van afbraak van organische stof in de verschillende waterbodems mogelijk.

Door variaties aan te brengen in de duur van droogval, de dosis van belichting, de frequentie van kortstondige vernattingen, de temperatuur, en het verwijderen van de sliblaag, is het mogelijk een groot aantal condities te testen. Daarnaast worden er microcosmos experimenten uitgevoerd op diverse sedimenten om toepasbaarheid van droogval als maatregel voor verschillende typen locaties te testen.

De microcosmos onderzoeken worden uitgevoerd in SOFIE (Sediment Or Fauna Incubation Experiment) meetcellen. Een SOFIE meetcel wordt in het sediment gestoken, waardoor een onverstoord monster beschikbaar is voor laboratorium experimenten onder gecontroleerde omstandigheden. Het behoud van de bestaande gelaagdheid in het sediment en de oorspronkelijke redoxtoestand is van groot belang voor een realistische inschatting van de biogeochemische processen. Door poriewater van verschillende diepten in het sediment te monitoren in de loop van de tijd, ontstaat er een goed beeld van de reacties die gaande zijn in het sediment.

De informatie die verkregen wordt uit de micro- en mesocosmos onderzoeken worden gebruikt voor de ontwikkeling van een model waarmee de duur van de effecten, en daarmee de kosteneffectiviteit, kan worden ingeschat.

Werkzaamheden
Onder dit werkpakket vinden de volgende werkzaamheden plaats:
- het verzamelen van bodemmateriaal op de verschillende locaties;
- het inrichten van SOFIE-cellen;
- het monitoren van processen;
- het modelleren van resultaten.

Technische aspecten vande maatregel droogval
In dit project willen we laten zien dat de vrees voor schade aan functies niet altijd gegrond is en dat de maatregel op meer plaatsen kan worden toegepast dan gedacht. Dit vereist gedegen inzicht in de technische mogelijkheden die voorhanden zijn en de overtuigingskracht van enkele goede praktijvoorbeelden zoals in dit project.

3.3. Monitoring

De monitoring die zal worden uitgevoerd is sterk gericht op het volgen van biogeochemische processen. Deze processen zullen veel eerder dan de biologische (KRW) kwaliteitselementen (vissen, macrofyten, fytoplankton, macrofauna) laten zien of er een positief effect op de waterkwaliteit ontstaat. Op basis hiervan kan dan ook na twee jaar een goede inschatting worden gedaan van de effecten op het watersysteem als geheel. In de monitoring worden de volgende parameters meegenomen:

- **Bodemmonsters** Ter bepaling van de wijze waarop fosfor aan de bodem gebonden is zal op de bodemmonsters P-fractionering worden uitgevoerd. Daarnaast zal er een SrCl-extractie worden uitgevoerd aan de hand waarvan de basenverzadiging als maat voor de zuurbufferingscapaciteit door kation-uitwisseling kan worden bepaald alsmede de totale ammonium concentratie van de bodem. Ten derde zal een destructie worden uitgevoerd aan de hand waarvan de totale concentratie van verschillende nutriënten en elementen wordt bepaald.
- **Poriewater** Met behulp van poreuze cups worden bodemwatermonsters genomen. Aan dit bodemvocht worden de volgende fysisch-chemische parameters bepaald: pH, alkaliniteit, redoxpotentiaal, geleidbaarheid, CO_2 en bicarbonaat (HCO_3), sulfide (S^{2-}). Calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), totaal fosfor (P), totaal zwavel (S), silicium (Si) en zink (Zn) worden bepaald met behulp van de ICP. De concentraties nitraat+nitriet (NO_3 + NO_2), ammonium (NH_4), ortho-fosfaat (PO_4), sulfaat (SO_4), natrium (Na), kalium (K) en chloride (Cl) worden bepaald met behulp van auto analyzers.
- **Oppervlaktewater** De kwaliteit van de waterlaag zal worden vastgesteld door de volgende parameters te monitoren: pH, alkaliniteit, temperatuur, zuurstof (O_2), geleidbaarheid (Ec), turbiditeit (troebelheid van het water), de concentraties van totaal anorganisch koolstof (TIC), waaruit de concentraties CO_2 en bicarbonaat (HCO_3) worden bepaald aan de hand van de pH. De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), totaal fosfor (P), totaal zwavel (S), silicium (Si) en zink (Zn) worden bepaald met behulp van ICP. De concentraties nitraat+nitriet (NO_3 + NO_2), ammonium (NH_4), ortho-fosfaat (PO_4), sulfaat (SO_4), natrium (Na), kalium (K) en chloride (Cl) worden bepaald met behulp van auto analyzers. Ook zal de concentratie chlorofyl a in het water worden bepaald. Van de monsters zal een schatting worden gemaakt van de algenbiomassa op basis van chlorofyl-a.
- **Vegetatie** De vegetatieontwikkeling zal gedurende twee jaar worden gevolgd. Het gaat hierbij niet om het gedetailleerd en vlakdekkend in kaart brengen van vegetatie. Het doel is vooral een beeld te krijgen van de uitbreiding van bestaande vegetatie (lokaal) en kieming van zaden;
- **Fauna** De macrofaunasamenstelling van de toplaag van de bodem zal worden bepaald. Monstername zal zowel in het voorjaar en als in het najaar plaatsvinden. Voorafgaande aan de droogval zal alle vis worden afgevangen. De samenstelling van de visfauna wordt hierbij ook in kaart gebracht.
- **Geotechniek** De stabiliteit van de taluds en de grondwaterstanden worden gemonitord om eventuele nadelige effecten met betrekking tot functies vast te stellen.

Indicatoren

Buiten bovengenoemde (proces)parameters zijn belangrijke indicatoren voor de maatregel droogval:

- nutriëntgehaltes (indiceert de kans op waterkwaliteitsproblemen);
- ijzer-fosfaat ratio's in porievocht (indiceert de binding van fosfaat aan de bodem);
- organische stof in de bodem (indiceert afbraak);
- grondwaterstand (indiceert overlast voor functies);
- stabiliteit oever(taluds) (indiceert mogelijke schade).

Het geheel aan indicatoren indiceert of en onder welke omstandigheden de maatregel toepasbaar is.

Het project wordt binnen twee jaar afgerond (periode 2010-2011). Wij realiseren ons goed dat een analyse van de effecten na één jaar nog geen volledige zekerheid biedt ten aanzien van de verbetering van waterkwaliteit op de (middel)lange termijn. Daarom hebben de projectpartners het voornemen om ook 2, 3, 4 en 5 jaar na uitvoering van de geforceerde droogval de waterkwaliteit, hetzij minder intensief, te blijven monitoren. Vanuit het onderzoeksprogramma Watermozaïek (STOWA) waar dit project onderdeel van uitmaakt bestaat deze intentie zeer zeker. In dit project wordt en solide basis neergelegd die geschikt is voor aanvulling, uitbreiding en validatie vanuit andere studies en natuurlijk de toepassing van de maatregel elders.

3.4. Beschrijving producten

Tussenproducten
De resultaten zullen halfjaarlijks worden gerapporteerd in een voortgangsverslag. Daarnaast zal in verschillende vakbladen (o.a. op gebied van water- en natuurbeheer) worden gepubliceerd over het project (bijvoorbeeld vakblad H2O, Bos en Natuur, De levende Natuur). Omdat verschillende wetenschappelijke onderzoeksinstellingen betrokken zijn willen we ook zeker internationaal (wetenschappelijk) publiceren. Hiermee worden de resultaten niet alleen in het waterbeheer ingebracht, maar ook wetenschappelijk vastgelegd, waardoor een nog breder bereik (tot ver over de grenzen) ontstaat.

De eerstgeplande artikelen voor vakbladen betreffen een beschrijving van de onderzoeksopzet en de beoogde doelen. Na afloop van het project worden de resultaten van het project gepubliceerd.

Bruikbare tool voor water- en natuurbeheerders
De resultaten van het project zullen worden vertaald in een model en rapporten waarmee de beheerders uit de voeten kunnen. Om dit te waarborgen zijn waterschappen en natuurbeheerder Staatsbosbeheer nauw betrokken.

Eindproduct
Het eindproduct is een beslismodel dat gebruikt kan worden om voor een willekeurige andere locatie vast te stellen of:
- droogval technisch gezien als waterkwaliteitsmaatregel kan worden toegepast;
- droogval leidt tot een kosteneffectieve kwaliteitsverbetering (tijdsaspect, kosten);
- droogval leidt tot het uitstellen of annuleren van baggerwerkzaamheden.

Beslismodel voor droogval
Op basis van de resultaten wordt een model gemaakt dat aan de hand van eenvoudig te meten sedimentkarakteristieken en waterkwaliteitsgegevens de effecten van droogvalduur en droogval-frequentie inschat. Het model kan worden gevalideerd en gekalibreerd aan de hand van de resultaten op veldschaal. De modellering zal uitwijzen welke parameters cruciaal zijn voor de effecten van droogval. Vervolgens zal worden getest of op basis van eenvoudige selectieve bodemextracties in combinatie met het model een reële inschatting kan worden gemaakt ten aanzien van de toepasbaarheid van droogval op specifieke locaties.

Via STOWA worden alle resultaten beschikbaar gesteld aan water- en natuurbeheerders.

4. BIJDRAGE AAN DE BELEIDSOPGAVE

4.1. Beleidsopgave

Het project draagt bij aan meerdere beleidsopgaven; beleidsopgaven voortkomend uit de Europese Kaderrichtlijn Water, Natura 2000 en de Europese Zwemwaterrichtlijn.

KRW

Het project draagt bij aan de realisatie van de doelen die in de KRW beschreven zijn, zowel op chemisch als op ecologisch vlak. Dit betekent concreet helder en plantenrijk water met een hoge biodiversiteit. De KRW stelt dat de chemische en ecologische waterkwaliteit van de Europese wateren niet mag verslechteren en in veel gevallen moet verbeteren. Droogval verbeterd de waterkwaliteit op kosteneffectieve wijze en kan daarmee de baggerinspanning sterk verkleinen of zelfs wegnemen.

Natura 2000

De Rottige Meente en de Deelen zijn locaties waar droogval als maatregel zal worden uitgevoerd. Het betreft bijzondere Natura2000 (laagveen)gebieden. Dit zijn belangrijke leefgebieden voor bijvoorbeeld de otter (*Lutra lutra*), maar ook veel andere dier- en plantensoorten. De otter is een zeldzame en bedreigde zoogdiersoort in Nederland. Het voorkomen van de otter hangt samen met het optreden van verlanding in de petgaten. In de Rottige Meente staat de verlanding zo goed als stil en dreigt het gevaar van een verdere toename van het areaal open water (door wegslaan van legakkers). Hierdoor verdwijnt het leefgebied van de otter. Door de verwachte effecten van droogval op de waterkwaliteit in dit gebied zal verlanding weer kunnen plaatsvinden en zo bijdragen aan het versterken van de natuurwaarden van dit gebied. Hiermee draagt de maatregel bij aan de (Natura2000) instandhoudingsdoelen voor deze gebieden.

Europese zwemwaterrichtlijn

De gezondheid van recreanten in open water wordt beschermd door de Europese zwemwaterrichtlijn. Niet alleen moeten de regels van deze richtlijn ervoor zorgen dat het zwemwater schoner wordt, ook de informatievoorziening aan zwemmers zal verbeteren. Voor veel recreatieplassen in Nederland is een verbetering van de waterkwaliteit belangrijk voor behoud van de recreatiefunctie. Het niet kunnen gebruiken van een plas vanwege blauwalgen leidt tot inkomstenderving bij ondernemers (bijvoorbeeld zoals in recreatieplas Borgerswold in Groningen, of de Kuil in Brabant). Tijdelijke droogval kan in recreatieplassen aan de beleidsopgave vanuit de zwemwaterrichtlijn bijdragen door verlaging van de nutriëntengehalten waardoor de kans op blauwalgenbloei afneemt.

4.2. Effecten op de waterkwaliteit

De maatregel droogval leidt naar verwachting tot verschillende positieve effecten op de waterkwaliteit. Hierbij gaat het vooral om het verkleinen van de nutriëntenbelasting vanuit de waterbodem (richting waterlaag) en het verbeteren van de omstandigheden voor kieming en ontwikkeling van waterplanten.

Verkleinen nutriëntenbelasting

Door het vastleggen van fosfaat en afvoeren van stikstof nemen nutriëntenconcentraties in de waterlaag af waardoor de waterkwaliteit sterk verbeterd. Droogval is een van de belangrijkste oligotrofierende (voedselverarmende) processen dat in ongerepte natuurlijke wateren voorkomt. Door tijdelijk droogval kan zuurstof de bodem binnendringen waardoor er oxidatiereacties optreden. Deze reacties zorgen voor een verlaging van de nutriëntengehalten in de bodem. Ammonium wordt onder invloed van zuurstof geoxideerd tot nitraat. Dit nitraat

wordt dieper in de bodem gedenitrificeerd tot stikstofgas (N_2) dat aan de bodem dat ontwijkt (richting atmosfeer) waardoor er een netto verlies van stikstof optreedt. Ook worden bij droogval ijzersulfide verbindingen geoxideerd waardoor ijzer(hydr)oxiden ontstaan en sulfaat vrijkomt. Wanneer vervolgens het waterniveau weer stijgt, kan het sulfaat worden afgevoerd terwijl de (immobiele) ijzer(hydr)oxiden in de bodem achterblijven. Als gevolg hiervan neemt de hoeveelheid ijzer die beschikbaar is voor het vastleggen van fosfaat toe en wordt de fosfaatbeschikbaarheid verlaagd.

Kieming en ontwikkeling van water- en oeverplanten

Droogval stimuleert de kieming van water- en oeverplanten. Veel plantenzaden hebben een ‘droge” periode nodig om te kunnen ontkiemen. Na vernatting zorgt helder water voor de uitbreiding van ondergedoken waterplanten. Waterplanten stabiliseren een toestand met helder water doordat zij sediment- en slibdeeltjes vasthouden en zodoende de nalevering van nutriënten naar de waterlaag verminderen. Ook vormen waterplantenvegetaties schuilplaatsen voor jonge vissen en zoöplankton. Ook dit heeft een positieve terugkoppeling op het watersysteem.

Tenslotte kan tijdelijke droogval een weke sliblaag doen inklinken. Na vernatting heeft dit een verlagend effect op de hoeveelheid zwevend stof in het water.

Beschikbare kennis

Hoewel er nog veel vragen rond droogval bestaan heeft er ook in beperkte mate onderzoek plaatsgevonden. Van Geest (2005) laat zien dat voedselrijke wateren in uiterwaarden die periodiek droogvallen een veel betere water- en ecologische kwaliteit hebben dan niet-droogvallende wateren. Ook uit onderzoek in broekbossen (Smolders e.a., 2003; Lucassen e.a., 2005a) is gebleken dat periodieke droogval een belangrijke voorwaarde kan zijn voor een goede ecologische kwaliteit van het systeem. Voor oevervegetaties van vennen is droogval zelfs een essentiële voorwaarde voor instandhouding van de vegetatie op de langere termijn (Smolders e.a., 2002; Brouwer e.a., 2008).

4.3. Kosten van de onderzochte maatregel

De kosten van het project bestaan voor een belangrijk deel uit inrichtingskosten (de feitelijke maatregelkosten) en monitoringskosten. De overige posten betreft het ontwikkelen van een modelinstrument en het rapporteren en publiceren van resultaten. In het project zijn bewust locaties opgenomen waar de maatregel wat moeilijker uitvoerbaar is (de Rottige Meente) en locaties waar de maatregel zonder grote inspanning kan worden uitgevoerd (de kleiplassen). Dit is van groot belang om de kosteneffectiviteit te bepalen en daarmee uitspraken te kunnen doen over de opschaalbaarheid naar andere locaties. Dit sluit goed aan bij de realiteit waar Nederlandse waterbeheerders immers mee te maken hebben. In tabel 4.1. is een overzicht van de projectkosten weergegeven.

Tabel 4.1. Kosten per projectpartner (voor verdeling werkzaamheden zie planning, hfst 8)

Tijdelijke droogval als waterkwaliteitsmaatregel				
Praktijkexperiment, demonstratie, 1e toepassing				
Naam	Organisatiesoort	Kosten		Subsidie
		EUR	%	EUR
STOWA	OI	84500	0.7	59150
Staatsbosbeheer	LO	1064400	0.7	745080
B-WARE	KO	356477	0.7	249534
Deltares	OI	325440	0.7	227808
Witteveen+Bos	GO	78645	0.5	39323
Waterschap Hunze en Aa's	LO	15468	0.7	10828

Totaal		1924930		1331722
Totale begrote kosten	EUR	1924930		
Gevraagde subsidie	EUR	1331722		

In het project wordt voor een periode van twee jaar een investering gedaan van EUR 1,9 miljoen op een wateroppervlak van circa 20 ha (direct) in een stroomgebied van enkele honderden ha. Hiervoor vragen wij een subsidie van EUR 1,3 miljoen.

4.4. Kosteneffectiviteit

De EKR's (Ecologische Kwaliteits Ratio's) zijn voor de specifieke locatie nog niet afgeleid. Gezien de hoge nutriëntgehaltes, het beperkte doorzicht, algenbloei en het beperkt begroeid areaal kan er vanuit worden gegaan dat de EKR in de huidige situatie voor de verschillende (deel)maatlatten onvoldoende is. De verwachting is dat de maatregel droogval de waterkwaliteit sterk zal verbeteren. Naar verwachting zal dit dan ook zeker tot uitdrukking komen in de EKR scores. Omdat de ontwikkeling van flora en fauna langzaam verloopt, verwachten we niet dat de score voor deze maatlatten na ongeveer 1,5 jaar al goed berekend kan worden. Echter op basis van de chemische waterkwaliteit en veranderingen in de bodemkwaliteit kan hier een goed onderbouwde inschatting van worden gemaakt. Op dit moment is de verwachting dat de toename van 0,2 ekr haalbaar is. Dit betekent dat de maatregelen het verschil kunnen maken in de beoordeling van 'ontoereikend' (EKR 0,4) naar 'matig' (EKR 0,6) en/of van matig naar goed. Dit zal moeten blijken uit de tussen- en eindevaluatie van het project.

Als droogval een standaard toegepaste waterkwaliteitsmaatregel wordt in het waterbeheer van Nederland dan zal de post voor monitoring een stuk kleiner zijn dan nu het geval is in dit project. Een minder intensieve monitoring gericht op enkele procesindicatoren volstaat dan. Dit betekent dat de huidige monitoring van waterschappen nauwlijks uitgebreid dient te worden. De kosteneffectiviteit wordt dan ook vooral door het 'eenmalige karakter' van de maatregel bepaald, want na het jaar van droogval zijn er geen exploitatiekosten meer. De maatregel zal naar verwachting niet vaak herhaald moeten worden. Dit is echter nog onbekend en zal vermoedelijk per waterlichaam verschillen. In het ene water zal de maatregel misschien na circa vijf jaar herhaald moeten worden, in het andere om de 30 of 50 jaar.

4.5. Opschaalbaarheid

Droogval is een waterkwaliteitsmaatregel die kan worden toegepast in veel verschillende wateren in Nederland. Waterkwaliteitsproblemen spelen immers in heel Nederland (en daarbuiten) en in veel wateren vormt de bodem een groot probleem. Voor grote lijnvormige wateren zoals de rivieren en kanalen is de maatregel vanwege de scheepvaart- en afvoerfunctie niet geschikt. Echter, voor kleinere lijnvormige wateren en met name voor plassen (van verschillende omvang) is de maatregel geschikt. Daarbij is het naar verwachting niet altijd noodzakelijk om een geheel water droog te zetten. Ook van het droogzetten van delen van een plas (bijvoorbeeld de oeverzone) wordt een goed resultaat met betrekking tot de waterkwalteit verwacht.

In dit project willen we laten zien dat de vrees voor schade aan functies niet altijd gegrond is en dat de maatregel op meer plaatsen kan worden toegepast dan gedacht. Dit vereist echter inzicht in de technische mogelijkheden (damwandconstructies, bronbemalingen) die voorhanden zijn en vooral de overtuigingskracht van enkele goede praktijvoorbeelden (zoals in dit project).

4.6. Referentiesituatie

In de referentiesituatie worden binnen afzienbare tijd geen concrete maatregelen genomen.

5. VERNIEUWENDHEID VAN DE AANPAK

5.1. Innovatie in de aanpak

Tijdelijke droogval is een natuurlijk proces dat in de referentietoestand voor de meeste wateren voorkomt. Hieruit volgt de conclusie dat de droogval geen innovatie zou zijn. Dit is in zekere zin juist. Zoals wel vaker heeft de natuur het wiel veel eerder uitgevonden de mens. In dit project is de innovatie dat droogval als waterkwaliteitsmaatregel wordt ingezet. Inovatief is dat de maatregel in een aantal gevallen een sterk technisch karakter krijgt, omdat er geen schade aan functies mag ontstaan. Dit vereist een gedegen inzicht in de mogelijkheden en beperkingen van de technische middelen die voorhanden zijn. Vaak wordt beweerd dat droogval op de meeste lokaties niet meer kan plaatsvinden vanwege schade aan functies. In (risicovol) stedelijk gebied is het echter “common practise” om allerhande bronbemalingen toe te passen zonder dat er schade aan bijvoorbeeld gebouwen optreedt. De werelden van ecologie en techniek moeten dichter bij elkaar komen om gezamenlijk de waterkwaliteit te verbeteren.

De innovatie van dit project bestaat dan ook uit drie factoren:

- het is de eerste keer dat tijdelijke droogval als waterkwaliteitsmaatregel wordt toegepast;
- in het project worden de krachten van (civiele en hydro)techniek en ecologie gebundeld om de waterkwaliteit te verbeteren;
- er komt een instrument waarmee op basis van enkele parameters een (kwantitatieve) inschatting kan worden gemaakt van de effectiviteit van de maatregel.

Innovatie
De innovatie is de ontdekking dat de natuur de oplossing al lang gevonden had en van dit gegeven gebruik maken.

5.2. Alternatieven

Nalevering van fosfaat uit de onderwaterbodem is de belangrijkste reden waarom veel plassen te rijk zijn aan nutriënten. Mogelijke maatregelen die kunnen helpen bestaan uit het baggeren van de plas en of het toedienen van stoffen die de binden van fosfaat in de bodem verbeteren. We kunnen dit antropogene oligotrofiering noemen. Vaak wordt baggeren echter als te duur gezien, vaak vanwege het feit dat de bagger als chemisch afval moet worden verwerkt. Ook het toedienen van de fosfaatbindende stof Phoslock is duur. Het toedienden van ijzer waardoor er weer ijzer(hydr0oxiden in de bodem beschikbaar komen om fosfaat te binden wordt op dit moment in het kader van een door Senter-Novem gefinancierd project uitgeprobeerd in de plas Terra Nova.

Baggeren is zinvol en effctief, maar de afzet van bagger is in Nederland een groot probleem, mede daarom is het veel kostbaarder dan droogval. Natuurlijk peilbeheer is een interessante optie maar wegens beperkte mogelijkheden in peilschommelingen zal het minder effectief zijn dan droogval. Aan de laatste twee alterrnatieven kleven nadelen waarvan de effecten nog onbekend zijn. Deze maatregelen zijn kostbaar, leiden niet tot stimulering van de vegetatie en sluiten niet aan bij het steefbeeld van de natuurlijke referentiesituatie.

6. AANVULLENDE EFFECTEN

Er treden verschillende positieve neveneffecten op als gevolg van het uitvoeren van de maatregel tijdelijke droogval.

Veenvorming en klimaat
Veenvorming is in Nederland vrijwel tot stilstand gekomen. Er is juist sprake van een voortdurende afbraak van veen. Dit veroorzaakt bagger (en nutriëntproblemen) en emissies van broeikasgassen, hetgeen aan klimaatverandering bijdraagt. Tijdelijke droogval leidt tot een goede waterkwaliteit waarin veenvorming in zowel de waterfase (door waterplanten) als vanuit de oevers (trilvenen, kraggen) kan plaatsvinden.

Versterking Natura 2000 doelen
Bovenstaande positieve effecten leiden ertoe dat droogval kan bijdragen aan de instandhoudingsdoelen en versterking van Natura2000 gebieden. Versterking van leefgebieden, leidt tot bescherming en uitbreiding van kwetsbare soorten.

Versterking kwaliteit oevers
Veel natuurvriendelijke oevers worden aangelegd zonder aanpassingen in het waterpeil. Hierdoor slaan (kostbare) aangeplante rietoevers soms in het geheel niet aan. Droogval verbeterd de vestigingsmogelijkheden voor oeverplanten, waardoor de kans op een goed ontwikkelde (riet)oever toeneemt. In een aantal gevallen kan zelfs het aanplanten achterwege blijven omdat bestaande vegetatie zich tijdens droogval zeer snel kan uitbreiden.

Gelijktijdig uitvoeren andere maatregelen
De maatregel droogval hoeft niet op zichzelf te staan. Het kan een maatregel zijn die gelijktijdig wordt uitgevoerd met onderhoud aan beschoeiingen of waterhuishoudkundige voorzieningen. Daarnaast kan de maatregel worden gecombineerd met de KRW maatregel visstandbeheer.

7. SAMENWERKINGSVERBAND EN PROJECTMANAGEMENT

Organisatie	Specifieke inbreng	Werkverdeling
STOWA	Kennis waterbeheer	Contacten Waterbeherend Nederland Communicatie Coördinatie
Staatsbosbeheer	Proeflocaties Gebiedskennis	Toezicht houden uitvoering maatregelen Aanleveren monitoringsgegevens
Deltares	Ecologische kennis Modellering Laboratoriumfaciliteiten	Ecologische beoordeling Modellering van resultaten Karakterisering van bodems Beoordelingssystematiek
Onderzoekscentrum B-WARE	Wetenschappelijke borging en begeleiding Biogeochemische en ecologische kennis Laboratoriumfaciliteiten	Opzetten en uitvoeren laboratoriumexperimenten Veldmetingen Analyses bodem- en watermonsters Analyse en interpretatie meetresultaten
Witteveen+Bos	Wetgeving en procedures Technische kennis Kosten en baten	Uitwerken projectplan Beoordelen geschiktheid locaties (technisch en juridisch) Vertaling resultaten in beheersleutel
Waterschap Hunze en Aa's	Ecologische kennis	Eerste aanzet uitwerking projectplan Selecteren van locaties Monitoring vegetatie en macrofauna

STOWA

De waterbeheerders coördineren via de STOWA het gezamenlijk realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaalwetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. De deelname van STOWA garandeert de evaluatie en verspreiding projectresultaten naar de Nederlandse waterschappen, en contacten met wetenschappelijk onderzoeksinstellingen.

Contactpersoon bij STOWA is drs. Bas van der Wal.

Staatsbosbeheer

Staatsbosbeheer beheert bijna 250.000 ha natuur in Nederland en waarborgt de kwaliteit van een groene leefomgeving voor mens, plant en dier.

Hun kerntaken zijn het beheer van natuur, landschap en cultuurhistorie, houtproductie en recreatie. Behoud en herstel van natuurgebieden en ontwikkeling van nieuwe natuur zijn hierbij belangrijk. Voor milieuvriendelijke houtproductie, natuurlijke waterbeheersing, groene zones in en rond steden en natuureducatie werkt Staatsbosbeheer met verschillende partijen samen.

Contactpersoon bij Staatsbosbeheer is drs. Henk Hut.

Onderzoekscentrum B-WARE

Onderzoekcentrum B-WARE is een spin-off bedrijf van de afdeling Aquatische Ecologie & Milieubiologie, welke deel uitmaakt van het onderzoekinstituut IWWR (Institute for Water and Wetland Research) van de Radboud Universiteit Nijmegen. Zij combineren de expertise van zuiver wetenschappelijk en toegepast universitair onderzoek en onderwijs. Kennisontwikkeling en -uitwisseling tussen Universiteit en B-WARE is het uitgangspunt en staat borg voor hoogwaardig toegepast wetenschappelijk onderzoek, noodzakelijk voor het oplossen van praktijkvragen van opdrachtgevers. Het bedrijf heeft direct toegang tot de beschikbare en nieuwe kennis van de afdeling Aquatische Ecologie & Milieubiologie (hoofd: Prof. dr. J.G.M. Roelofs). Zij speelt een belangrijke rol in het onderzoek naar laagveenplassen

in Nederland en is, mede, gespecialiseerd in bodemprocessen en fosfaatbeschikbaarheid. Het instituut is een van de belangrijkste trekkers van het OBN-laagveenwateren. Hierdoor wordt zowel de kwaliteit van het onderzoek als aansluiting bij de landelijke kennisbehoefte gegarandeerd. De bijdrage van B-ware in dit project concentreert zich op monitoring van effecten op biogeochemische effecten in bodem, water en vegetatie.

Contactpersoon bij B-WARE is dr. Alfons J.P. Smolders.

Deltares
Deltares is een onafhankelijk instituut met hoogwaardige kennis over water, bodem en ondergrond. Ze zijn toonaangevend in het ontwikkelen, verspreiden en toepassen van kennis voor de duurzame inrichting en het beheer van oppervlakte- en grondwater. Ze adviseren de overheid en marktrelaties bij het zoeken naar oplossingen die zijn ingebed in de maatschappij. Deltares staat voor een goede balans tussen advies en onderzoek, nationaal en internationaal. Ze zijn actief in die gebieden waar de economische en bevolkingsdruk groot is en waar behoefte bestaat om de boven- en ondergrondse ruimte en hulpbronnen multifunctioneel en intensief te benutten

Kennis ontwikkelen doen ze samen met universiteiten, andere kennisinstituten en het bedrijfsleven, in onderzoeksprogramma's van de overheid maar ook via contract research. Deltares neemt de onderdelen van de monitoring betreffende effecten van flexibel peilbeheer op grondwater en maaiveld, effecten op de funderingen van huizen, en het kwantificeren van verminderde agrarische opbrengst voor zijn rekening.

Contactpersoon bij Deltares is drs. Gerlinde Roskam.

Waterschap Hunze en Aa's
Waterschap Hunze en Aa's houdt zich dagelijks bezig met het water in Noord-Groningen en Noordoost-Drenthe. Zij zorgen voor schoon en voldoende water. Voor sterke dijken die de inwoners van het beheergebied beschermen tegen overstromingen. En voor waterwegen die goed bevaarbaar zijn. Zij houden daarbij rekening met de verschillende belangen van natuur, landbouw en recreatie. Zodat iedereen in het beheergebied prettig en veilig kan wonen, werken en recreëren.

De missie van Waterschap Hunze en Aa's is veiligheid, schoon en voldoende water tegen lage kosten.

Contactpersoon bij Waterschap Hunze en Aa's is drs. Frits Ebbens

Witteveen+Bos BV
Witteveen+Bos is een onafhankelijk ingenieurs- en adviesbureau dat bestaat uit een hechte groep professionals en beschikt over een breed pakket van dienstverlening op het gebied van water, infrastructuur, milieu en bouw. Het bureau bestaat uit circa 800 medewerkers verspreid over verschillende sectoren en vestigingen in zowel binnen- als buitenland.

Witteveen+Bos heeft een toegankelijke en doorzichtige organisatiestructuur. Met een hoofdkantoor in Deventer en zeven vestigingen in Nederland bevinden zij zich altijd dicht bij hun klanten.

In het buitenland hebben zij kantoren in het hart van bovengenoemde werkgebieden.
De medewerkers zijn gegroepeerd in product-marktcombinaties (PMC's). Elke PMC richt

zich met eigen producten op een bepaald marktsegment. Nauwe samenwerking tussen de PMC's waarborgt de integrale aanpak van projecten.

De PMC Integraal waterbeheer adviseert in allerlei projecten op het gebied van waterkwaliteit en waterkwantiteit. De projecten lopen uiteen van waterkwaliteitsanalyses in het kader van de KRW tot het ontwerpen van waterkwaliteitsmaatregelen en (her)inrichting van watersystemen. Witteveen+Bos (groep ecologie, beheer en inrichting) heeft een belangrijke rol gespeeld in de totstandkoming van de biologische KRW maatlaat voor vis. Daarnaast werkt zij in veel projecten samen met universiteiten en kennisinstellingen waardoor nieuwe inzichten en ontwikkelingen direct in projecten kunnen worden toepast.

Contactpersoon bij Witteveen+Bos is drs. Piet-Jan Westendorp

7.1. Projectmanagement

STOWA is penvoerder van het demonstratieproject en zal tevens het projectmanagement verzorgen. Dit betekent:

- het waarborgen van voortgang en kwaliteit van het demonstratieproject, inhoudelijk en financieel;
- het ontvangen en verdelen van subsidiegelden;
- het leveren van de gewenste tussenproducten en het eindproduct;
- het coördineren en afstemmen van werkzaamheden van de projectpartners;
- het organiseren van bijeenkomsten voor overleg en presentatie van resultaten;
- het aanspreekpunt vormen voor SenterNovem en eventuele derden.

Hiervoor zal zij een externe projectcoördinator aantrekken.

8. PLANNING

Uitgangspunt is om in 2010 van start te gaan met het project en dit binnen twee jaar af te ronden. Dit betekent dat de werkpakketten tussen 1 januari 2010 en 1 januari 2012 worden uitgevoerd. In 2010 zullen vooral inrichtingsmaatregelen plaatsvinden. Halverwege 2010 zal de 0-situatie worden vastgelegd en aansluitend worden gemonitord tot en met september 2011. In 2010 en 2011 zal tussentijds gerapporteerd worden over de resultaten. In december 2011 wordt het eindproduct beschikbaar gesteld.

Tabel 8.1. Planning van hoofdactiviteiten

Activiteit	Type	Periode	Uitvoerder
Praktijkmaatregel (werkpakket 1)			
Plaatsing technische voorzieningen	Eerste toepassing, demonstratie	april/mei 2010	Staatsbosbeheer
Primaire ontwatering		mei 2010	Staatsbosbeheer
Vis afvangen en herplaatsen		mei 2010	Staatsbosbeheer
Ontwatering gedurende de droogval		mei-aug 2010	Staatsbosbeheer
0-meting		mei 2010	B-WARE, waterschap, Staatsbosbeheer, W+B
Chemisch/fysische metingen		mei- aug 2010	B-ware, W+B
Verzamelen bodemmonsters t.b.v. micro- en mesocosmos		april 2010	B-WARE en Deltares
Monitoring vegetatie-ontwikkeling		juni – sept 2010 april – aug 2011	Waterschap, Staatsbosbeheer
Monitoring grondwaterpeil omgeving en stabiliteit taluds		juni – sept 2010 april – aug 2011	W+B
Vernatten		sept 2010 - 2011	Staatsbosbeheer
Deelrapportage		dec 2010	Allen onder STOWA
Droogval onder gecontroleerde condities (werkpakketten 2 en 3)			
Microcosmos-experimenten	Praktijk experiment	mei 2010 – aug 2011	Deltares
Mesocosmos-experimenten	Praktijk experiment	mei 2010 – aug 2011	B-ware
Gegevensverwerking en kennisverspreiding			
Analyseren en verwerken resultaten		sept 2010 en sept 2011	B-WARE, Deltares, W+B
Modellering		juli – nov 2011	Deltares
Schrijven publicaties		vanaf juni 2010, maar vooral in 2011	B-ware, Deltares en andere deelnemers
Protocol droogval		sept - nov 2011	W+B i.s.m. de overige partners
Communicatie naar waterbeheerders		2010 -2011	STOWA
Eindrapportage		sept – nov 2011	Allen onder STOWA

BIJLAGE II Kaart van Nederland met locatie aanduiding

Gemarkeerde bollen zijn locaties waar diverse onderwaterbodem monsters genomen zijn.

BIJLAGE III Locatie van de onderwaterbodem monsters

A= permanent nat/anaeroob MICROCOSM (jampot): HOOGTE+ 9,5 cm en Volume=250 mL

NR	CODE	LOCATIE	W pot	W pot + FW	FW bodem (gr)
1	1A	Diepe Kuil a	141,68	290,37	148,69
3	2A	Diepe Kuil b	160,74	310,94	150,20
5	3A	Diepe Kuil c	159,51	310,14	150,63
7	4A	Tangkoel	147,23	298,61	151,38
9	5A	Avendal	147,55	297,94	150,39
11	6A	Gaudland meer voor	142,48	293,62	151,14
13	7A	Gaudland	158,76	311,01	152,25
15	8A	Gregningstjorna	159,72	309,69	149,97
17	9A	Helleland	160,17	313,71	153,54
19	10A	Lommerbroek	160,91	311,19	150,28
21	11A	Groene Jonker	148,01	300,00	151,99
23	12A	Schaapsbroek 3A	164,50	315,04	150,54
25	13A	Schaapsbroek 3B	147,60	302,98	155,38
27	14A	Schaapsbroek 3C	148,35	300,00	151,65
29	15A	Schaapsbroek 7A+B	158,66	308,13	149,47
31	16A	Schaapsbroek 13A	147,59	297,49	149,90
33	17A	Schaapsbroek 13B	147,70	297,31	149,61
35	18A	Schaapsbroek 14A	147,10	301,05	153,95
37	19A	Schaapsbroek 14B	159,23	309,20	149,97
39	20A	Schaapsbroek 14C	147,70	298,82	151,12
41	21A	Schaapsbroek 15A	141,79	294,22	152,43
43	22A	Schaapsbroek 15B	148,01	298,00	149,99
45	23A	Schaapsbroek 15C	142,23	294,08	151,85
47	24A	Schaapsbroek 15D	142,50	294,96	152,46
49	25A	Schaapsbroek 18A	143,21	295,03	151,82
51	26A	Schaapsbroek 18B	142,43	293,07	150,64
53	27A	Schaapsbroek 18C	140,00	291,94	151,94
55	28A	Schaapsbroek 18D	148,48	298,87	150,39
57	29A	Woudbloem onjuist	142,30	296,56	154,26
59	30A	Westerpolder Loc 1 slib	159,05	308,87	149,82
61	31A	Westerpolder Loc 2 nat	142,14	291,90	149,76
63	32A	Westerpolder Loc 1 zand	142,25	295,72	153,47
65	33A	Woudbloem juist	147,70	308,53	160,83
67	34A	Serooskerke Weel klei	159,81	309,13	149,32
69	35A	Serooskerke Weel zand	158,32	302,98	144,66
71	36A	Wevers inlaag Zeeland	148,32	311,19	162,87
73	37A	Lobeliabaai A	158,69	300,00	141,31
75	38A	Lobeliabaai A1	148,24	309,69	161,45
77	39A	Lobeliabaai B	149,78	300,00	150,22
79	40A	Lobeliabaai B1	158,69	309,21	150,52
81	41A	Lobeliabaai C	147,19	303,71	156,52
83	42A	Lobeliabaai C1	147,96	297,49	149,53
85	43A	Lobeliabaai D	147,95	297,31	149,36
87	44A	Lobeliabaai D1	157,35	307,13	149,78
89	45A	Lobeliabaai E	162,98	315,04	152,06
91	46A	Lobeliabaai E2	159,87	308,89	149,02
93	47A	Schbr/Dpbrk 1A	159,34	309,49	150,15
95	48A	Schbr/Dpbrk 1B	159,61	309,93	150,32
97	49A	Schbr/Dpbrk 1C	160,61	310,77	150,16
99	50A	Schbr/Dpbrk 1D	163,97	313,77	149,80
101	51A	Schbr/Dpbrk 1E	160,69	310,23	149,54
103	52A	Schbr/Dpbrk 2A	159,74	309,88	150,14
105	53A	Schbr/Dpbrk 2B	164,74	314,89	150,15
107	54A	Schbr/Dpbrk 2C	163,22	313,74	150,52
109	55A	Schbr/Dpbrk 2D	159,01	309,04	150,03
111	56A	Schbr/Dpbrk 3A	163,78	313,34	149,56
113	57A	Schbr/Dpbrk 3B	160,28	310,61	150,33
115	58A	Schbr/Dpbrk 3C	161,13	311,18	150,05
117	59A	Schbr/Dpbrk 3D	163,98	313,98	150,00
119	60A	Schbr/Dpbrk 3E	164,63	314,57	149,94
121	61A	Schbr/Dpbrk 3F	165,18	315,78	150,60
123	62A	ilperveld 1	160,41	309,91	149,50
125	63A	ilperveld 2	163,94	313,82	149,88
127	64A	Ouwerkerke inlaag 1	160,35	310,41	150,06
129	65A	Ouwerkerke inlaag 2	159,31	309,84	150,53
131	66A	Ouwerkerke diep water	160,36	310,25	149,89
133	67A	Lalleweer	163,52	314,44	150,92
135	68A	Oude gaastermeer 2	141,77	291,50	149,73
137	69A	Vogelplas	159,28	309,52	150,24
139	70A	Oranjepolder	165,15	315,61	150,46
141	71A	Starrevaartsplas	159,06	309,59	150,53
143	72A	Starrevaartsplas 2	163,57	313,01	149,44
145	73A	Woudbloem nieuwe locatie	164,83	314,68	149,85

B= tijdelijke droogval/aeroob MICROCOSM (jampot): HOOGTE+ 9,5 cm en Volume=250 mL

NR	CODE	LOCATIE	W pot	W pot + FW	FW bodem (gr)
2	1B	Diepe Kuil a	147,94	298,74	150,80
4	2B	Diepe Kuil b	160,70	310,12	149,42
6	3B	Diepe Kuil c	141,88	290,48	148,60
8	4B	Tangkoel	141,65	290,84	149,19
10	5B	Avendal	159,25	309,13	149,88
12	6B	Gaudland meer voor	159,04	311,00	151,96
14	7B	Gaudland	159,66	307,05	147,39
16	8B	Gregningstjorna	158,96	308,46	149,50
18	9B	Helleland	159,29	308,41	149,12
20	10B	Lommerbroek	147,08	309,21	162,13
22	11B	Groene Jonker	147,97	299,83	151,86
24	12B	Schaapsbroek 3A	148,47	300,65	152,18
26	13B	Schaapsbroek 3B	148,24	300,93	152,69
28	14B	Schaapsbroek 3C	147,62	297,61	149,99
30	15B	Schaapsbroek 7A+B	159,32	310,13	150,81
32	16B	Schaapsbroek 13A	159,82	307,23	147,41
34	17B	Schaapsbroek 13B	159,47	307,13	147,66
36	18B	Schaapsbroek 14A	159,76	305,57	145,81
38	19B	Schaapsbroek 14B	160,13	310,41	150,28
40	20B	Schaapsbroek 14C	160,00	309,23	149,23
42	21B	Schaapsbroek 15A	147,34	296,57	149,23
44	22B	Schaapsbroek 15B	142,84	294,36	151,52
46	23B	Schaapsbroek 15C	142,08	295,78	153,70
48	24B	Schaapsbroek 15D	143,18	297,63	154,45
50	25B	Schaapsbroek 18A	148,11	295,71	147,60
52	26B	Schaapsbroek 18B	148,62	298,90	150,28
54	27B	Schaapsbroek 18C	148,17	298,74	150,57
56	28B	Schaapsbroek 18D	142,47	293,47	151,00
58	29B	Woudbloem onjuist	158,61	308,00	149,39
60	30B	Westerpolder Loc 1 slib	142,39	293,56	151,17
62	31B	Westerpolder Loc 2 nat	143,31	293,01	149,70
64	32B	Westerpolder Loc 1 zand	143,25	294,02	150,77
66	33B	Woudbloem juist	142,17	293,13	150,96
68	34B	Serooskerke Weel klei	159,29	310,21	150,92
70	35B	Serooskerke Weel zand	142,25	299,83	157,58
72	36B	Wevers inlaag Zeeland	149,56	308,49	158,93
74	37B	Lobeliabaai A	149,12	300,65	151,53
76	38B	Lobeliabaai A1	149,31	297,61	148,30
78	39B	Lobeliabaai B	158,64	308,55	149,91
80	40B	Lobeliabaai B1	159,32	307,23	147,91
82	41B	Lobeliabaai C	159,82	300,93	141,11
84	42B	Lobeliabaai C1	159,77	310,13	150,36
86	43B	Lobeliabaai D	159,86	308,13	148,27
88	44B	Lobeliabaai D1	159,44	309,23	149,79
90	45B	Lobeliabaai E	161,11	310,98	149,87
92	46B	Lobeliabaai E2	143,89	301,41	157,52
94	47B	Schbr/Dpbrk 1A	157,44	307,56	150,12
96	48B	Schbr/Dpbrk 1B	163,95	313,56	149,61
98	49B	Schbr/Dpbrk 1C	164,39	314,80	150,41
100	50B	Schbr/Dpbrk 1D	160,96	310,15	149,19
102	51B	Schbr/Dpbrk 1E	159,65	309,26	149,61
104	52B	Schbr/Dpbrk 2A	159,01	309,85	150,84
106	53B	Schbr/Dpbrk 2B	160,04	310,06	150,02
108	54B	Schbr/Dpbrk 2C	164,87	314,74	149,87
110	55B	Schbr/Dpbrk 2D	159,69	309,77	150,08
112	56B	Schbr/Dpbrk 3A	163,72	313,55	149,83
114	57B	Schbr/Dpbrk 3B	160,08	310,01	149,93
116	58B	Schbr/Dpbrk 3C	158,81	308,68	149,87
118	59B	Schbr/Dpbrk 3D	158,90	308,30	
120	60B	Schbr/Dpbrk 3E	160,63	310,67	150,04
122	61B	Schbr/Dpbrk 3F	163,59	313,75	150,16
124	62B	ilperveld 1	164,70	314,77	150,07
126	63B	ilperveld2	163,57	313,57	150,00
128	64B	Ouwerkerke inlaag 2	160,02	311,47	151,45
130	65B	Ouwerkerke inlaag 3	159,27	309,44	150,17
132	66B	Ouwerkerke diep water	158,87	308,76	149,89
134	67B	Lalleweer	164,58	314,42	149,84
136	68B	Oude gaastermeer 3	165,06	315,07	150,01
138	69B	Vogelplas	160,65	310,64	149,99
140	70B	Oranjepolder	161,28	311,38	150,10
142	71B	Starrevaartsplas	161,40	313,85	152,45
144	72B	Starrevaartsplas 3	163,74	313,80	150,06
146	73B	Woudbloem nieuwe locatie	158,43	308,71	150,28

BIJLAGE IV Beeld van dataset uit verschillende analysen

Plaatje van een stukje excel bestand dataset monsteranalyses

Bodemdestructies einde experiment in µmol/gram droge bodem

A= niet drooggevallen

	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Zn	Hoogte (cm)	Org stof (%)	Vocht (%)	kg DW/L FW	g FW/L FW
1A	312,8	348,5	176,5	20,1	74,0	6,8	0,0	19,2	151,7	19,9	2,0	5,4	43,6	75,9	0,3	1155,1
2A	90,5	488,0	182,2	6,0	44,1	10,8	0,0	34,9	356,1	16,6	10,2	7,8	42,5	82,0	0,2	1106,9
3A	246,7	211,7	296,3	12,7	58,1	3,4	0,0	26,2	142,4	14,6	2,9	6,5	25,9	73,1	0,3	1098,2
4A	34,9	29,4	57,8	0,7	6,4	1,0	0,0	6,5	21,6	4,2	0,6	4,1	17,7	69,3	0,4	1175,3
5A	1248,5	30,6	386,8	3,6	43,2	0,9	0,0	28,2	63,9	43,5	0,3	4,6	7,6	58,5	0,5	1367,3
6A	1120,6	56,3	373,8	6,1	65,8	0,6	0,0	33,8	175,0	19,4	2,0	7	7,5	51,7	0,7	1416,7
7A	692,8	215,3	348,2	3,5	64,7	0,6	0,0	129,5	91,6	19,3	1,1	5	34,3	48,3	0,6	1378,9
8A	1015,7	90,0	584,5	8,1	100,6	0,8	0,0	21,7	59,1	54,2	1,3	5,5	37,1	80,6	0,2	1071,3
9A	399,7	62,7	395,1	0,7	154,0	1,0	0,0	35,9	14,0	8,0	0,4	4,7	8,8	53,4	0,6	1438,2
10A	683,8	182,9	1281,2	0,4	30,1	10,1	0,0	74,3	2582,6	44,1	28,5	8,2	12,4	52,3	0,7	1427,6
11A	619,1	152,7	545,2	105,8	174,9	5,0	0,0	14,0	36,5	18,1	0,7	4	78,3	93,8	0,1	1028,4
12A	364,7	91,0	292,8	7,3	36,5	3,3	0,0	41,3	418,6	13,1	4,7	8,2	70,7	91,4	0,1	1048,0
13A	27,9	432,1	5355,4	0,0	0,0	46,9	0,0	137,9	49,2	5,4	0,6	4	80,6	91,3	0,1	1050,2
14A	25,9	610,7	5619,4	0,8	0,0	79,9	1,0	162,5	59,5	19,8	0,5	4,5	2,3	31,8	1,1	1621,3
15A	137,6	63,4	324,7	8,9	19,8	2,2	0,5	13,4	154,2	21,1	3,2	8	10,9	50,5	0,7	1428,9
16A	330,0	65,5	501,4	16,1	50,6	4,0	2,0	40,4	125,4	12,0	1,1	7	1,5	28,0	1,1	1797,6
17A	483,4	31,3	430,8	20,1	77,9	2,2	0,9	11,8	17,5	17,1	0,7	4,3	1,2	25,0	1,2	1745,3
18A	130,1	161,8	475,5	16,0	34,3	9,8	5,1	32,7	240,3	19,1	1,7	8,5	2,2	21,5	1,0	1242,7
19A	360,9	64,6	909,9	11,1	74,6	8,9	0,0	15,8	16,7	14,3	1,4	4,6	79,1	92,9	0,1	809,6
20A	231,3	23,4	233,0	13,6	84,3	2,1	0,0	5,2	21,6	10,6	0,6	2,8	75,6	94,5	0,0	919,8
21A	94,3	189,6	539,1	9,7	29,1	5,0	3,9	30,7	673,3	11,2	6,0	7,5	20,7	81,0	0,2	1168,9
22A	18,8	273,5	1050,0	1,8	22,8	21,5	4,0	13,9	280,9	6,1	2,9	8,5	6,5	48,8	0,5	1099,6
23A	31,4	262,1	1696,0	3,1	18,3	35,0	4,8	27,2	242,9	7,7	2,3	7,5	81,6	94,9	0,0	928,4
24A	224,7	56,2	642,1	19,0	84,6	10,7	0,0	7,4	159,2	7,3	0,7	3	45,9	66,8	0,4	1044,2
25A	147,6	175,6	346,4	13,9	42,3	3,4	5,4	32,2	389,3	16,3	1,9	9,3	66,9	85,1	0,1	1023,3
26A	107,2	169,7	281,7	3,9	33,3	5,0	0,8	6,9	133,4	15,7	1,1	5	19,1	36,7	0,7	1212,0
27A	142,6	25,5	127,6	10,4	51,8	1,3	0,0	3,1	18,6	15,2	0,4	3,5	84,3	89,1	0,1	957,3
28A	238,9	23,0	208,6	15,9	87,1	1,8	0,0	5,1	20,4	15,1	0,7	3,5	11,8	41,3	0,7	1092,9
29A	148,1	79,3	70,1	11,2	24,5	1,2	0,0	12,0	39,7	12,7	0,3	4,2	76,6	88,8	0,1	1042,7

BIJLAGE V Verklarende woordenlijst

Verklarende woordenlijst

E = uit het Engels, GR = uit het (oud)Grieks, L = uit het Latijn, NL = uit het (oud)Nederlands, QU = uit het Quechua (een Inca-taal); cursieve woorden verwijzen naar ingangen.

AA (autoanalyser) is de studie van de scheiding , identificatie en kwantificering van de chemische componenten het geeft een indicatie van de identiteit van desche stof in het monster en bepaalt het bedrag van een of meer van deze componenten.

accumuleren opeenhopen, tot een massa samenbrengen

aëroob[GR air = lucht] (voorkomend in een) omgeving waarin de zuurstofconcentratie gelijk is aan die in de atmosfeer.

alkalinisering toename van *alkaliniteit* van het oppervlakte- of bodemwater door aanvoer van gebufferd water, door bekalking of door interne productie van alkaliniteit.

alkaliniteit (biologische *hardheid*) zuurbufferend vermogen van oppervlakte-, bodem- of grondwater, voornamelijk geleverd door (bi)carbonaat dat met zuur reageert tot kooldioxide.

anaëroob (voorkomend in een) omgeving waarin de zuurstofconcentratie beduidend lager is dan in de atmosfeer (zie ook *anoxisch*).

anion [GR anieno = naar boven gaan, i.v.m. migratie bij electrolyse] een atoom of groep atomen met een negatieve lading (zie ook *kation*).

biochemie de leer van de scheikundige omzettingen in levende organisme.

biogeochemie de wetenschap die de kringloop van mineralen en de relaties tussen organismen en hun abiotische omgeving (lucht, bodem, water) bestudeert. In de biogeochemie worden micro- en macrobiologisch, geologisch en chemisch onderzoek gecombineerd. Naast de kringloop van elementen als koolstof, stikstof, fosfor en zwavel wordt vaak ook de kringloop van water meegerekend.

decompositie [L de + componere = uiteenhalen, ontbinden] Metabolische afbraak van organisch materiaal naar eenvoudige organische en anorganische bestanddelen, waarbij energie vrijkomt.

denitrificatie *anaërobe*, microbieel gestuurde *redoxreactie* waarbij nitraat omgezet wordt in stikstof- en lachgas en hiermee verdwijnt uit de bodem naar de atmosfeer. Als electrondonor kunnen zowel organische als anorganische verbindingen (bijv. pyriet) dienen.

EGV Electrische-geleidingsvermogen; maat voor de totale concentratie aan *ionen* in oppervlakte-, bodem- of grondwater, gemeten aan de hand van de stroomgeleiding door het water over een bepaalde afstand. Geeft geen enkele informatie over de nutriëntenrijkdom.

eutrofiëring significante toename van de beschikbaarheid van productiebeperkende nutriënten, in *laagvenen* met name fosfor en stikstof (zie *eutroof*).

eutroof [GR eu + trepho = welgevoed] rijk aan productielimiterende voedingstoffen, waardoor de primaire productie hoog is en de wateren vaak troebel kunnen zijn door algenbloei. In aquatische systemen als de concentratie van ortho-fosfaat in het water hoger is dan 4 µmol L^{-1} (>0.12 mg PO_4^{3-}-P L^{-1}).

exclosures afgebakend gebied om te bepalen hoe het gebied zich zal ontwikkelen (in de biodiversiteit, vegetatie hoogte, ecologische kenmerken, enz.)

extrapoleren het uitbreiden van een reeks getallen met punten die *buiten* die reeks liggen. Hierbij wordt een voorspelling of schatting gemaakt. Vooral bij extrapoleren heb je te maken met onzekere factoren.

externe eutrofiëring *eutrofiëring* als gevolg van de extra aanvoer van nutriënten van buiten het systeem, bijvoorbeeld via het inlaatwater.

guanotrofiëring [QU huanu = mest + GR trepho voeden] *eutrofiëring* door mest geproduceerd door een vogel-, vleermuis- of zeehondenkolonie.

hardheid van water: zie *alkaliniteit*.

hypertroof, hyper-eutroof [GR hyper + trepho = overvoed] zeer rijk aan productielimiterende voedingstoffen, waardoor het water troebel is door algenbloei. In aquatische systemen als ortho-fosfaat in het water niet langer limiterend is (>10 µmol L^{-1} ; >0.3 mg PO_4^{3-}-P L^{-1}), terwijl de concentratie aan nitraat + ammonium hoog is (>100 µmol L^{-1}).

ICP *(inductively coupled plasma)*, is een analytische techniek die de element-samenstelling van een monster kan vaststellen. Er wordt gebruikgemaakt van licht dat door een atoom, ion of molecuul wordt uitgezonden wanneer het van een hogere energietoestand naar een lagere energietoestand gaat het monster zal door hoge temperatuur uiteenvallen in individuele atomen, die vervolgens worden geïoniseerd.

interne eutrofiëring *eutrofiëring* door het versneld vrijkomen van nutriënten binnen het systeem (met name in *venen*), bijvoorbeeld door een verandering van de waterkwaliteit (zie ook *externe eutrofiëring*).

ion [GR ieno = gaan, i.v.m. migratie bij electrolyse] een geladen atoom of groep atomen (zie ook *kation* en *anion*).

ionenratio (IR) Waarde gebaseerd op de ladingsratio (in %) tussen de calciumconcentratie [Ca] en de [Ca] plus chlorideconcentratie [Cl]: 100 x [Ca] / ([Ca] + 2 x [Cl]). Maat voor de bijdrage van calcium (bi)carbonaat in water, gebruikt om aan te geven hoe *lithotroof* (*tellurisch*) het water is. Geeft geen informatie over de nutriëntenrijkdom of de bijdrage van sulfaat.

kation [GR katieno = naar beneden gaan, i.v.m. migratie bij electrolyse] een atoom of groep atomen met een positieve lading (zie ook *anion*).

kationuitwisseling mechanisme van *zuurbuffering* in de (water)bodem waarbij basische *kationen* (met name calcium en magnesium) aan het bodemadsorptiecomplex uitgewisseld worden tegen tegen zuur-ionen ('protonen'), waardoor de *pH* over een bepaald traject relatief constant blijft. De potentie van dit mechanisme wordt bepaald door zowel de concentratie aan bindingsplaatsen in de bodem als door de *basenbezetting*.

mesocosmos experimentele water behuizing om een beperkte hoeveelheid water met bijna natuurlijke omstandigheden na te bootsen en waarin omgevingsfactoren kunnen worden gemanipuleerd.

mesotroof [GR meso + trepho = gemiddeld gevoed] matig rijk aan productielimiterende voedingstoffen, waardoor micro-algen niet kunnen gaan domineren; ge-domineerd door macrofyten. In aquatische systemen als de concentratie van ortho-fosfaat in het water tussen 0.6 - 2 µmol L^{-1} ligt (0.02 –0.06 mg PO_4^{3-}-P L^{-1}).

methanogenese microbiële productie van methaan (belangrijkste bestanddeel van aardgas).

microbiële groei de vermenigvuldiging van micro-organismen zoals bacteriën, algen, plankton en schimmels.

microcosmos experimentele water behuizing in miniatuur, om een beperkte hoeveelheid water met bijna natuurlijke omstandigheden na te bootsen en waarin omgevingsfactoren kunnen worden gemanipuleerd.

mineralisatie [L mineralis = betrekking hebbend op mijnen, mineraal] de omzetting van een nutriënt van organisch gebonden vorm naar anorganische wateroplosbare vorm, als gevolg van biologische of chemische omzettingen.

oxidatie [GR oxus = scherp, zuur, vandaar zuurstof] zie *redoxreactie*.

petgat, pet (trekgat) [pet is een nevenvorm van put (NL); de term petgat is dus een pleonasme] *laagveen*sloot, ontstaan door vervening. Door wind- en watererosie kunnen (smalle) *legakkers* tussen petgaten verdwijnen, waardoor *veen*plassen (wieden) ontstaan.

pH maat voor de *zuurgraad*. Het negatieve 10-logaritme (p) van de concentratie aan zuur-ionen (H^+) in water of in een waterige oplossing; hierdoor correspondeert een lagere *zuurgraad* met een hogere pH. pH 6.5 is zo neutraal als melk, pH 3 zo zuur als azijn.

redoxpotentiaal reductie-oxidatiepotentiaal. Een maat voor de neiging van een bepaald systeem om electronen af te staan (electrondonor of reductor) of juist op te nemen (electronacceptor of oxidator). In een bodem kan de gemiddelde redoxpotentiaal van alle optredende *redoxreacties* gemeten worden, die als een (grove) indicatie voor het belangrijkste optredende redoxproces gebruikt kan worden. De redoxpotentiaal wordt dus bepaald door *biogeochemische* processen, maar heeft zelf ook weer een grote invloed op (bodem)processen, zoals de oplosbaarheid van metalen en macronutriënten. De gemeten potentiaal wordt over het algemeen omgerekend naar de normaal-waterstofpotentiaal (Eh), waardoor de waarde onafhankelijk wordt van de gebruikte referentie-electrode.

redoxreactie reductie-oxidatiereactie. Chemische reactie waarbij overdracht plaatsvindt van electronen van een electrondonor (vaak een organisch molecuul) naar een electronacceptor (vaak anorganisch). De afgifte van electronen heet oxidatie, de opname reductie. Verschillende groepen micro-organismen maken gebruik van redoxreacties om energie te winnen. Voorbeelden van ecologisch belangrijke redoxreacties zijn ijzeroxidatie (vooral chemisch), dentrificatie (microbieel), sulfaatreductie (microbieel), methaanproductie (microbieel).

reductie [L reducere = terugbrengen] (fysisch-chemisch) zie *redoxreactie*.

rihzon-(sampler) kunstmatige wortel **(**om porievocht te onttrekken)

sulfaatreductie *anaerobe* microbieel gestuurde *redoxreactie* waarbij organische moleculen, afkomstig uit de *decompositie*, geoxideerd worden met behulp van sulfaat (electronacceptor). Hierbij wordt sulfide gevormd.

verdroging significante afname van de vochtvoorziening voor organismen, bijvoorbeeld door verlaging van het (grond)waterpeil. Binnen het natuurbeleid worden vaak ook de indirecte effecten van verdroging, zoals verdrogingsgerelateerde verzuring en de effecten van het inlaten van water, onder deze term gebracht.

vermesting zie *eutrofiëring*.

VER-thema's *verzuring*, *vermesting* (*eutrofiëring*) en *verdroging*, thema's binnen de milieuproblematiek waarvan de negatieve gevolgen binnen het *OBN* bestreden worden. Verder wordt ook *versnippering* steeds vaker bij de VER-thema's genoemd.

verzuring afname van het *zuurbufferende* (zuurneutraliserend) vermogen van water of bodem; dit hoeft niet per se gepaard te gaan met een *pH*-daling. Verzuring kan zowel natuurlijke als antropogene oorzaken hebben.

zuurbuffering buffermechanismen, waardoor de *zuurgraad* van een (water)bodem of water constant blijft over een bepaald traject. Van hoge naar lage *pH* vindt achtereenvolgens zuurbuffering plaats door

(bi)carbonaat*alkaliniteit* (*pH* 9-6), *kationuitwisseling* (*pH* 6-4), en het oplossen van aluminium- en ijzerverbindingen (*pH* 4-2). De capaciteit van een bodem (of water) om zuren te bufferen (uitgedrukt per eenheid massa of volume) wordt het zuurbufferend vermogen (*ANC*) of de buffercapaciteit genoemd.

zuurgraad maat voor de concentratie aan zuur-ionen, gewoonlijk uitgedrukt in de *pH*. Een hoge zuurgraad correspondeert met een lage pH.