

**Advies betreffende de waterkwaliteit bij de  
natuurontwikkeling  
van de Grote Geule te Kieldrecht (Beveren)**

Nummer: **INBO.A.2010.185**

Datum: **27 maart 2012**

Auteur(s): **Ralf Gyselings, Luc Denys & Jo Packet**

Contact: **Erika Van Den Bergh, ([Erika.vandenbergh@inbo.be](mailto:Erika.vandenbergh@inbo.be))**

Kenmerk aanvraag: **Brief van 18 februari 2010**

Geadresseerden: **Agentschap voor Natuur en Bos  
Provinciale Dienst Oost-Vlaanderen**

**t.a.v. Laurent Vanden Abeele  
Projectleider Linkerscheldeover & GOG KBR  
Gebr. Van Eyckstraat 4-6  
B-9000 Gent**

**[laurent.vandenabeele@lne.vlaanderen.be](mailto:laurent.vandenabeele@lne.vlaanderen.be)**

Cc: **Agentschap voor Natuur en Bos  
Centrale Diensten**

**t.a.v. Carl De Schepper  
([carl.deschepper@lne.vlaanderen.be](mailto:carl.deschepper@lne.vlaanderen.be))**

## AANLEIDING

Om verdere havenontwikkeling mogelijk te maken op de Wase Linkerscheldeoever worden, in het kader van het Strategisch Plan voor de Haven van Antwerpen, momenteel de nodige voorbereidende stappen genomen voor de ontwikkeling van een aantal natuurgebieden. Een belangrijk basisprincipe dat gehanteerd wordt, conform de principes van dit Strategisch Plan voor de Haven van Antwerpen, is het realiseren van de tot doel gestelde natuurwaarden in hoogwaardige natuurkerngebieden. Dit zijn gebieden waar natuur de hoofdfunctie is, zodat de ontwikkeling van de habitats en het voorkomen van vogelsoorten er optimaal is. Op die manier wordt als het ware de tot doel gestelde natuur geconcentreerd in delen van het Vogel- en Habitatrichtlijngebied. De potenties van deze hoogwaardige natuurgebieden dienen dan ook maximaal te worden aangegrepen om aan de IHD van de betreffende speciale beschermingszones te beantwoorden.

Met betrekking tot de natuurontwikkelingszone Grote Geule (verder GG) wordt, conform het Maatschappelijk Meest Haalbare Alternatief (Resource Analysis 2009), gekozen voor een natuurkerngebied bestaande uit een combinatie van een aantal vogelhabitattypes. Enerzijds dient de GG zelf ontwikkeld te worden als het ideaaltypische vogelhabitat 'plas en oever'. Anderzijds dient langs de kreek een zone ontwikkeld te worden als "riet en water" en een zone als 'zoete wei'. De kwantitatieve en kwalitatieve doelstellingen voor deze ideaaltypische vogelhabitats werden in het kader van de "Achtergrondnota Natuur voor de Haven van Antwerpen" bepaald (ANB *et al.* 2006). Met het oog op de concretisering van deze doelstellingen werden door het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen voor dit projectgebied een aantal voorbereidende studies gedaan, waaronder een detailleringsonderzoek, een modellering van de oppervlaktewaterkwantiteit en een grondwatermodellering (Arcadis 2010).

Een belangrijke randvoorwaarde voor het behalen van de ecologische doelstellingen is dat het oppervlaktewater van een goede kwaliteit is en dat meer *natuurlijke waterstanden kunnen worden bekomen*. Om de oppervlaktewaterkwaliteit te verbeteren is het nodig het toekomstig natuurgebied hydrologisch te isoleren van het omliggende landbouwgebied om de input van nutriënten en zwevende stoffen in belangrijke mate te reduceren. Om een belangrijke vernatting te realiseren in het toekomstig natuurgebied moet de natuurlijke waterstand in het gebied verhogen, terwijl landbouw buiten het natuurgebied mogelijk moet blijven. De voorbereidende studies geven in hoofdzaak een antwoord op de vereiste waterkwantiteit. De gegevens van de studies zijn beschikbaar en vormen wellicht relevante informatie om ook onderstaande vragen te kunnen beantwoorden.

Een belangrijke leemte in de kennis betreft de na te streven waterkwaliteit in relatie tot het behalen van de vooropgestelde IHD. Uit de monitoringresultaten voor het gebied Linkerscheldeoever blijkt bovendien dat de huidige broedaantallen ter hoogte van de GG momenteel nogal laag zijn. Het Agentschap voor Natuur en Bos wenst daarom graag beroep te doen op de expertise die ter zake beschikbaar is bij het INBO.

## VRAAGSTELLING

- Hoe bepalend is waterkwaliteit voor het behalen van de vooropgestelde doelstellingen? Welke variabelen zijn doorslaggevend, en welke normen moeten gehanteerd worden om de vooropgestelde doelstellingen te halen? Zijn er daarbij verschillen tussen de habitattypen 'riet en water', 'zoete wei' en 'plas en oever', en zo ja, welke? Stellen ze andere eisen naar waterkwaliteit voor het behalen van de doelstellingen?
- Welke factoren bepalen op dit moment in hoofdzaak de (slechte) kwaliteit van het oppervlaktewater in GG? Hoe groot is de impact van rechtstreekse afwatering van

landbouwwater in GG en dit vergeleken met de impact van landbouwwater dat via Linie en Broekwatergang in GG stroomt?

- Welke zijn de meest aangewezen maatregelen ter verbetering van het aquatisch systeem die voor de GG zouden kunnen worden vooropgesteld. Voorbeelden zijn: actieve maatregelen ter verbetering van de sedimentkwaliteit van de geul, maatregelen ten behoeve van een gunstige nutriëntenbalans, het aanleggen van parallelgrachten (nuttig en/of noodzakelijk) zodat er geen rechtstreekse afwatering meer plaatsvindt naar GG, ander of aangepast landbouwgebruik op percelen grenzend aan de GG. Kan het inbrengen van gerstestro toegepast worden als mogelijke herstelmaatregel?
- Is er risico op fosfaat- of andere nutriëntenvergiftiging ten gevolge van hydrologische isolatie? Zo ja, wat kan hier tegen gedaan worden?
- Welke meetgegevens zijn beschikbaar? Welke gegevens ontbreken en op welke wijze kunnen ze verkregen worden?
- Zijn er lessen te trekken uit gelijkaardige kreekherstelprojecten in het binnen- of buitenland die nuttig zouden kunnen zijn voor het natuurontwikkelingsproject GG?

## TOELICHTING

### 1. Inleiding

Het uitgangspunt van dit advies is een herinrichting waarbij een opstuwing van de GG wordt voorzien tussen twee stuwen en het polderwater wordt afgeleid. De instroom van nutriëntenrijk water in de GG wordt door de hydrologische isolatie grotendeels vermeden (Arcadis 2010). De waterpeilen worden ingesteld op 0,80-1,10 m TAW (zomer-winter).

### 2. Doelstellingen in relatie met waterkwaliteit

Het MMHA (Resource Analysis 2009) voorziet in de inrichting van de habitats 'plas en oever', 'riet en water' en 'zoete wei' langsheen de GG. Voor uitvoerige definities van deze types wordt verwezen naar ANB *et al.* (2006).

#### 2.1 Plas en oever – riet en water – zoete wei

##### 2.1.1 Plas en oever

Het habitattype 'plas en oever' kan worden omschreven als een waterpartij waarbij  $\frac{3}{4}$  van het geheel bestaat uit open water en  $\frac{1}{4}$  is begroeid met oevervegetatie, zoals riet en grassen. Deze aandelen zijn richtwaarden. De indicatorsoorten voor dit type zijn lepelaar, ijsvogel, dodaars, georde fuut, bergeend, zomertaling, krakeend, slobbeend, kuifeend, tafeleend en oeverzwaluw. Hiervan zijn de fuutachtigen wellicht het meest kritisch wat de waterkwaliteit betreft. Ze vereisen naast een heldere waterkolom met waterplanten en vissen ook structuurvariatie in de vegetatie. De meeste eendensoorten vereisen enkel in het broedgebied enige structuurvariatie en een gedifferentieerd voedselaanbod waarin kleine insecten en waterorganismen een belangrijke vereiste zijn. Vaak is het zeer plaatselijk voorkomen hiervan voor deze vogelsoorten echter al voldoende om tot broeden te komen.

##### 2.1.2 Riet en water

Het habitattype 'riet en water' wordt omschreven als een gebied waarbij  $\frac{3}{4}$  bestaat uit riet en  $\frac{1}{4}$  van de oppervlakte uit open water bestaat. Deze verhoudingen dienen als richtwaarden te worden beschouwd. De typische broedvogels voor dit type zijn roerdomp, woudaapje, bruine kiekendief, porseleinhoen, waterral, blauwborst, snor, sprinkhaanzanger, rietzanger, kleine karekiet, grote karekiet, bosrietzanger, baardmannetje, buidelmee en rietgors. Hiervan zijn roerdomp en woudaapje het meest veeleisend wat betreft waterkwaliteit. Behalve aan een geschikt broedbiotoop zijn beide soorten gebonden aan foerageergebieden met voldoende voedselaanbod en rust. Dit betekent dat in de buurt van geschikt broedhabitat wateren aanwezig zijn met een rijke vegetatiestructuur en een heldere waterkolom. De meeste van de typische rietzangvogels zijn kritisch betreffende de vegetatiestructuur, maar niet zozeer voor de waterkwaliteit, zolang die niet beperkend is voor de ontwikkeling van riet. In de huidige toestand is reeds dicht, meerjarig riet aanwezig.

### **2.1.3 Zoete wei**

Het habitattype 'zoete wei' wordt omschreven als een gebied met natte graslanden waarbij de watertafel tijdens het broedseizoen slechts 25 cm beneden het maaiveld staat. De typische broedvogelsoorten van dit type zijn: kievit, scholekster, grutto, wulp, tureluur, veldleeuwerik, graspieper en gele kwikstaart. Uit de grondwateranalyses van de aanliggende percelen (Bijlage 4, peilbuizen WAHP731X en WAHP732X, Figuur 1) blijkt een laag chloridegehalte, zodat dit habitat in principe naast de GG ontwikkeld kan worden. Gezien dit habitat en de vermelde soorten geen verdere vereisten stellen wat betreft de waterkwaliteit van de GG wordt dit habitattype in dit advies niet verder besproken.

## **2.2 Doelstelling Kaderrichtlijn Water (verder KRW) en Decreet Integraal Waterbeleid (verder DIW)**

### **2.2.1 Referentie toestand: zeer licht brakke plas**

Vijf oppervlaktewaterkwaliteitsbepalingen aan het zuidwestelijke uiteinde van de plas, uitgevoerd door het INBO tussen oktober 2003 en november 2006, geven aan dat het een oligohalien of zeer licht brak water *sensu* Denys (2009) betreft (bijlage 1). Deze worden gekarakteriseerd door natrium- en chlorideconcentraties die gemiddeld hoger zijn dan 300 mg/l; de geleidbaarheid is in dergelijke wateren doorgaans meer dan 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . We merken op dat er een vrij uitgesproken seizoenvariatie optreedt, met duidelijk hogere waarden in de zomer en dat de ionenconcentraties mogelijk lager zijn in het zuidwestelijk deel dan elders in de plas.

### **2.2.2 Doelstelling**

De KRW-DIW-doelstellingen voor oppervlaktewateren werden geïmplementeerd in Vlarem 1 & 2<sup>1</sup>. Deze geven, in regel, de grenswaarden voor een 'goede ecologische toestand' van de biologische kwaliteitselementen in een bepaald watertype en de richtwaarden voor een aantal kritische waterkwaliteitsvariabelen die deze toestand duurzaam ondersteunen. Deze goede toestand dient sowieso in alle oppervlaktewateren gerealiseerd te worden en impliceert onder meer:

- een mate van fytoplanktonontwikkeling die niet sterk sterk verhoogd is ten opzichte van deze in wateren met een geringe menselijke beïnvloeding;

---

<sup>1</sup> Via het besluit van 21 mei 2010 van de Vlaamse Regering tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering van 6 februari 1991 houdende vaststelling van het Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning en van het besluit van de Vlaamse Regering van 1 juni 1995 houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne, voor wat betreft de milieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewateren, waterbodems en grondwater (B.S. 09/07/2010).

- groei van ondergedoken vegetatie die niet belemmerd wordt door fytoplanktongestuurde vertroebeling als gevolg van menselijke beïnvloeding;
- zowel submerse als emerse vegetaties die hoofdzakelijk bestaan uit soorten die van nature in het watertype verwacht worden;
- een zekere diversiteit aan groeivormen in deze vegetaties die een normale structuurontwikkeling laat veronderstellen;
- een vrij diverse macro-invertebratengemeenschap;
- het achterwege blijven van aanhoudende fytoplanktonbloeien, ontwikkeling van toxische cyanobacteriën, vissterften, enz. als gevolg van eutrofiëring.

De GG kan ingedeeld worden bij de "ondiepe, alkalische, ionenrijke meren". Voor dit watertype worden, onder meer, volgende soorten als typisch beschouwd: zannichellia, zilte waterranonkel, schedefonteinkruid, groot nimfkruid, aarvederkruid... (Leyssen *et al.*, 2005). Deze wortelende ondergedoken planten dienen voor te komen tot op een diepte van minimaal 2 meter. In het hiervoor vermelde besluit van de Vlaamse Regering zijn de randvoorwaarden hiertoe vertaald naar een richtwaarde van gemiddeld 0,9 m doorzicht in het zomerhalfjaar (gemeten als Secchi-diepte) en gemiddelde TP- en TN-concentraties van resp. 0,11 mg P/l en 1,8 mg N/l voor dezelfde periode. De overige richtwaarden in dit besluit voor het type "zeer licht brak meer" vindt men terug in bijlage 2. Ter informatie worden in bijlage 3 ook de richtwaarden gegeven voor het meest passende watertype die zouden gelden mocht de ionenconcentratie in de toekomst tot in het volledig zoete bereik afnemen. Na de herinrichting lijkt enige stijging van de zoutconcentraties in de GG echter waarschijnlijker dan een eventuele afname.

Indien de opgegeven waarden niet overschreden worden en een goede ecologische toestand gerealiseerd wordt, kan verwacht worden dat er wat waterkwaliteit betreft geen problemen rijzen voor zowel de avifauna- als vegetatiedoelstellingen voor 'oever en plas' indien aan overige habitatvereisten voldaan is. Bij deze omstandigheden mag een normale vegetatiesuccessie verwacht worden. De goede ecologische toestand is evenwel op te vatten als een lange-termijn doelstelling in samenhang met een duurzaam landgebruik. Het louter instellen van de ondersteunende waarden biedt geen sluitende garantie voor een zichtbare toestandsverbetering binnen afzienbare termijn (bijv. voldoende helder water om beduidende groei van ondergedoken waterplanten mogelijk te maken). In een reeds sterk gedegradiseerd systeem zijn doorgaans lagere nutriëntenconcentraties en/of versterkende maatregelen nodig om een omslag naar een dergelijke situatie te verkrijgen (zie bijv. Hopper 1997; Declerck *et al.*, 2006; Jaarsma *et al.*, 2008). Met name zgn. 'interne eutrofiëring', waarbij (periodiek) veel P uit het sediment wordt vrijgesteld, is hierbij een potentieel probleem. Na een voorgeschiedenis van hoge P-belasting kunnen immers aanzienlijke hoeveelheden P-rijk slib aanwezig zijn.

### **3. Welke factoren bepalen huidige waterkwaliteit in de GG**

#### **3.1 Huidige toestand**

##### **3.1.1 Hydrologie**

De GG maakt momenteel deel uit van het afwateringsysteem van de landbouwpolders. Het peil wordt geregeld door een stuw en is zeer constant gedurende het jaar. De doorvoer van landbouwwater zorgt voor een hoge nutriëntenaanvoer. De bedoeling is de GG te isoleren, met een hogere winterwaterstand dan nu het geval is en tijdens de zomer een daling door evapotranspiratie naar ongeveer het huidige niveau (Arcadis 2010). Details over deze hydrologische situatie worden gegeven door Arcadis (2010).

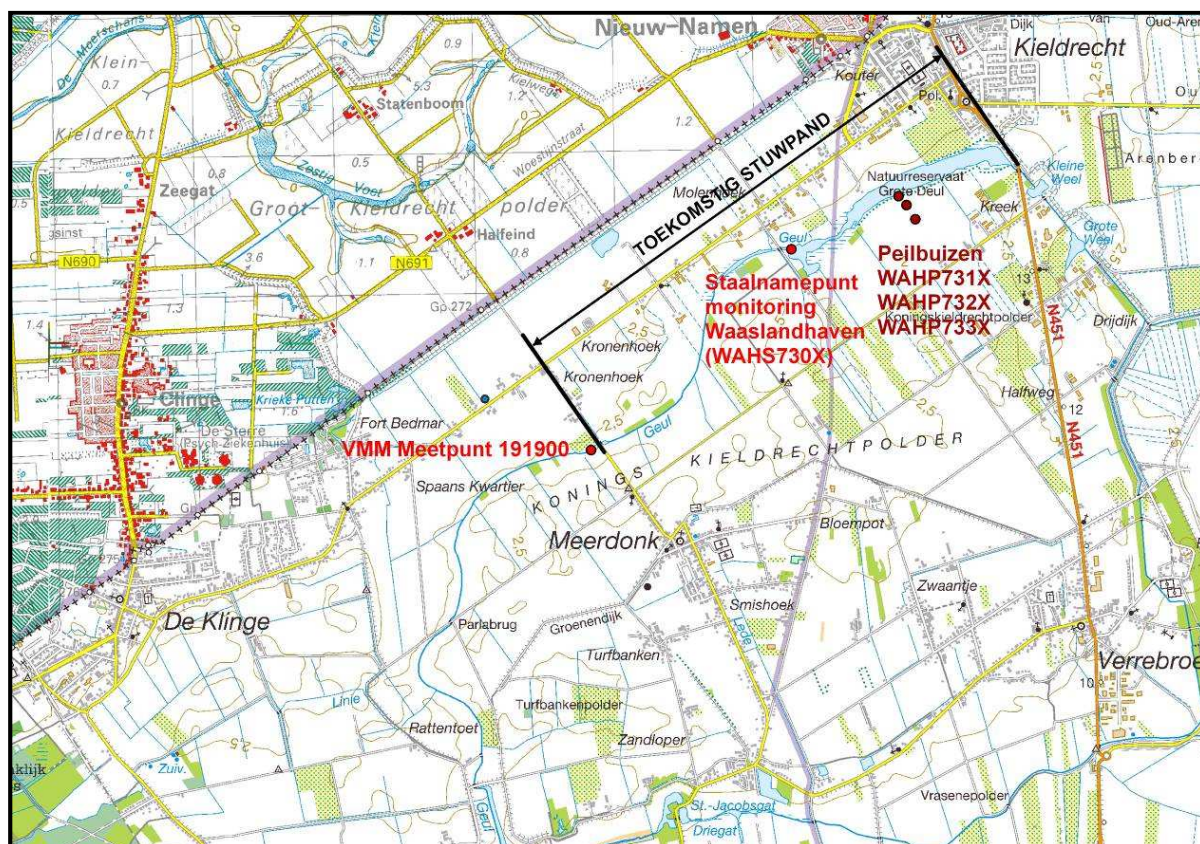
##### **3.1.2 Sedimentkwaliteit**

Er zijn ons geen gegevens bekend over de actuele sedimentkwaliteit, de hoeveelheid uitwisselbaar P en de mate van eventuele vrijstelling in de GG zelf. Dit zou moeten

worden onderzocht door na te gaan in welke mate P aanwezig is in het slib en wat de bindingscapaciteit zal zijn onder de verwachte omstandigheden van zout- en zuurstofgehalte. Hierbij moet rekening gehouden worden met de mogelijke ruimtelijke heterogeniteit, die ook in kaart moet gebracht worden. Mogelijk is hiervoor een getrapte proefopzet nodig, met een verkennend onderzoek gevolgd door een meer gedetailleerd onderzoek.

### 3.1.3 Huidige waterkwaliteit

Actuele gegevens over de watersamenstelling in de GG zijn schaars, maar bevestigen het zwak brakke karakter (Tabel 1, bijlage 1). Meetpunten worden gesitueerd op Figuur 1. Een duidelijk beeld van de nutriëntentoestand valt uit de weinige meetgegevens niet af te leiden, maar alleszins lijken de stikstofconcentraties erg hoog te zijn. De waarden voor P-PO<sub>4</sub> zijn niet representatief voor de totale fosforbelasting. Uit visuele waarnemingen blijkt een sterke mate van vertroebeling.



Figuur 1. Meetpunten grond- en oppervlaktewater nabij de Grote Geul.

Tabel 1. Samenvatting watersamenstelling GG op basis van 5 staalnames in het kader van de monitoring van de Waaslandhaven in de periode 2003-2006 (zie bijlage 1)

variabele	gemiddelde	mediaan	minimum	maximum
EGV ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	2228	2540	1415	2780
P-PO <sub>4</sub> (mg/l)	0,05	0,04	<0,02	0,11
Cl (mg/l)	448	573	162	611
TN <sub>mineraal</sub> (mg/l)	4,48	0,63	0,16	20,55

Gegevens van de VMM voor orthofosfaat-P in het water dat via de Linie wordt aangevoerd (ter hoogte van Meerdonk - Polderstraat, VMM nr. 191900; Figuur 1), stroomopwaarts van het toekomstig stuwpand van de GG, wijzen vooral in de zomermaanden op een sterke P-belasting van de GG, terwijl in de winter veel N wordt aangevoerd (Tabel 2). Hoewel Arcadis (2010) een sterke verontreiniging van de

drainagesloten ten oosten van de GG vermeldt, hebben we hiervoor evenmin concrete meetwaarden teruggevonden.

*Tabel 2. Samenvatting watersamenstelling Linie ter hoogte van meetpunt 191900, Meerdonk, Polderstraat; opwaarts weg; Kieldrechtse Kreek-Grote Geul (X 133948, Y 217467) voor de periode 2010 (bron VMM)*

variabele	gemiddelde	mediaan	minimum	maximum
EGV ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1644	1672	773	2610
P-PO <sub>4</sub> (mg/l)	0,12	0,11	0,02	0,33
NO <sub>3</sub> (mg/l)	4,38	3,8	0,06	11
O <sub>2</sub> %	54	51	22	96
O <sub>2</sub> mg/l	6,2	6,4	2,0	12,2
pH	7,4	7,4	6,8	7,7

In het kader van de monitoring van het Linkerscheldeoevergebied werden door het Provinciaal Instituut voor Hygiëne enkele jaren herbiciden geanalyseerd in het water van de GG. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3. Hieruit volgt dat er in vergelijking met natuurgebieden op de Linkerscheldeoever verhoogde concentraties worden gevonden. Dit geeft aan dat er duidelijk een afstroming van verontreinigd landbouwwater naar de GG toe is. Deze aanvoer kan zowel door grondwaterstroming als run off gebeuren.

*Tabel 3: Herbiciden in de GG ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )*

datum	05/07/2004	15/07/2005	05/08/2006	05/08/2008
atrazine	0,068	0,316	0,018	-
bentazon	0,702	0,566	0,477	0,582
chloortoluron	0,02	0,032	0,075	0,29
cyanazine	-	-	-	-
desethylatrazine	-	0,07	-	-
desisopropylatrazine	-	0,028	-	-
diuron	0,039	0,085	0,035	0,034
hexazinone	-	-	-	-
isoproturon	0,057	0,017	0,022	0,04
linuron	-	0,013	-	-
metazachloor	-	-	-	-
methabenzthiazuron	0,063	0,017	0,056	0,068
metobromuron	-	-	-	-
metolachloor	0,034	0,088	0,087	0,018
metoxuron	-	-	-	-
monolinuron	-	-	-	-
prometryn	-	-	-	-
propazine	-	-	-	-
sebuthylazine	-	-	-	-
simazine	0,044	0,019	-	-
terbuthylazine	0,038	0,04	0,073	0,092
terbutryn	-	-	-	-
som	1,065	1,291	0,843	1,124

Biologische aanwijzingen omtrent de huidige waterkwaliteit zijn evenzeer nauwelijks voorhanden. Ondergedoken vegetatie is voor zover bekend reeds geruime tijd geheel afwezig (eigen waarnemingen RG). Gezien het water doorlopend zeer troebel is, mag aangenomen worden dat ongunstige lichtomstandigheden hiervoor in eerste instantie bepalend zijn.

Macrofauna-onderzoek in de jaren 1980 wijst op een bedenkelijke situatie in deze periode (Van de Vyver & Steenwegen 1987). Vrij recent zijn enkel de waterwantsen bemonsterd (pers. mededeling E. Stoffelen, 2010; Tabel 4). De aangetroffen soorten zijn (zeer) algemeen, weinig kieskeurig en laten eventueel een hogere, maar veranderlijke ionenrijkdom en een minder gunstig zuurstofregime vermoeden.

Tabel 4. Waterwantsen waargenomen in de GG op 31-8-2007 (Stoffelen Eric; Kieldrecht, Kreek, reservaat GG; bewolkt met opklaringen).

soort	aantal
<i>Gerris odontogaster</i> (buiktandje)	5*
<i>Sigara lateralis</i> (zwartvoetje)	> 53
<i>Micronecta scholtzii</i> (vijverdwergduikertje)	24
<i>Sigara striata</i> (gewone sigaar)	8
<i>Sigara falleni /iactans</i> (Oostelijke sigaar)	4

\* In het riet een zeer grote populatie, hoofdzakelijk juvenielen.

### 3.1.4 Vispopulatie

De samenstelling van de vispopulatie en de aanwezige hoeveelheid vis zijn onbekend. Het kan nuttig zijn het visbestand kwantitatief in kaart te brengen om de noodzaak van bijsturende maatregelen (uitdunnen, uitzetten van predatoren) te evalueren.

### 3.2 Waterkwaliteitsbepalende factoren

Bij ondiepe zwak brakke wateren kunnen diverse, vaak samen optredende processen tot een sterke mate van ecologische achteruitgang leiden.

1. Verhoogde aanwezigheid van (deels) organische colloïden in de waterkolom door afbraak van veen, hetzij *in situ* wanneer veenlagen zijn aangesneden, dan wel door aanvoer met drainagewater. De ongunstige lichtomstandigheden leiden tot het verdwijnen van de watervegetatie. De oorzaak kan liggen bij een toegenomen drainage van het waterleverend gebied (verdroging) of, versterkte *in situ* afbraak door meer intense peilfluctuaties of gewijzigde watersamenstelling. Naar verwachting zullen de inrichtingsmaatregelen veeleer een geringe stijging van het (grond)waterpeil tot gevolg hebben, terwijl tevens de rechtstreekse aanvoer van drainagewater naar de GG zal verminderen. In de zone rond de GG zijn geen veenbodems aanwezig. Een negatieve evolutie op dit vlak lijkt bijgevolg niet waarschijnlijk.

2. Blijvende of tijdelijke vertroebeling van de waterkolom door resuspensie van fijn sediment en klei door windwerking. Dit kan in bepaalde gevallen een natuurlijk fenomeen zijn, maar kan eveneens samengaan met een achteruitgang van de ondergedoken vegetatie en een te sterke bezetting met bodemwoelende vis. Door een eventuele oeverherprofilering zal een groter waterbodempoppervlak aan winderosie blootgesteld worden. Het waterbodemsubstraat is echter hoofdzakelijk zandig tot zandlemig. De hoeveelheid organisch slib is evenwel onbekend. Een snelle uitbreiding van rietvegetaties in de ondiepe delen en – in het meest gunstige geval de ontwikkeling van waterplanten – zal de onderwaterbodem stabiliseren. De graafwerken voor de oeverherprofilering kunnen tijdelijk wel een verhoogde troebelheid veroorzaken. Op termijn lijkt ook voor dit aspect het perspectief gunstig gezien de bodemtextuur, maar desgevallend kan slibruiming een nuttige maatregel zijn.

3. Sterke fytoplanktonontwikkeling door externe nutriëntenbelasting. Er zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om een inschatting te maken van de toekomstige nutriëntensituatie en de te verwachten chlorofylconcentraties. In ondiepe wateren is sowieso enkel de maximale concentratie enigszins te voorspellen, gezien de sterk limiterende invloed van biologische interacties (begrazing, macrofyten) op de



hoeveelheid fytoplankton. Polderwateren vertonen van nature hogere achtergrondwaarden voor nutriënten vanwege de bodem- en eventueel ook grondwatersamenstelling, wat leidt tot een hogere productiviteit. Dit is in de richtwaarden voor het watertype verrekend.

4. Sterke fytoplanktonontwikkeling door geringe graasdruk van watervlooien (in het bijzonder *Daphnia*) vanwege sterke predatie door aasgarnalen (bv. *Neomysis integer*, *Hemimysis anomala*,...), of een onevenwichtige vispopulatie met overwegend zoöplanktivore, jonge of kleine vis. Gysels (1972) vermeld geen *Neomysis* voor de GG en ook medio 1980 werd geen aasgarnaal waargenomen (Van de Vyver & Steenwegen, 1987); dit sluit aanwezigheid echter niet uit. Wel is door laatstgenoemden *Palaemonetes varians*, de brakwatersteurgarnaal, opgemerkt. Deze kan wellicht eveneens door predatie de cladocerenpopulatie onderdrukken (Samuels & Mason, 1998).

5. Ontwikkeling van moeilijk door zoöplankton begraasbaar plankton, i.c. cyanobacteriën zoals *Microcystis*.

6. Verhoogde vrijstelling van P door het opwarrelen van sediment, als gevolg van onderdrukte groei van submerse vegetatie door de activiteiten van benthivore en omnivore vissen (brasem, karper, blank- en rietvoorn).

7. Vrijstelling van sedimentgebonden P uit de waterbodem bij verlaging van de redoxpotentiaal. Dit fenomeen kan zich vooral manifesteren tijdens perioden van verlaagde zuurstofconcentratie (bijzonder in perioden met hogere temperaturen; zomer).

Voorafpunten 3, 6 en 7 verdienen bijzondere aandacht bij de GG. Verder onderzoek zal moeten uitwijzen of rekening moet gehouden worden met punten 4 en 5.

#### **4. Maatregelen voor het bereiken van een goede ecologische toestand**

In deze paragraaf worden maatregelen voorgesteld die bij herinrichting de waterkwaliteit kunnen verbeteren, zodat een goede ecologische toestand haalbaar wordt. De effectiviteit van dergelijke maatregelen hangt sterk af van de keuze om ze alleenstaand of in combinatie uit te voeren. De volledige afwezigheid van waterplanten in de GG is een factor die de kans op een snel herstel verkleint (zie 5.6).

##### **4.1 Afkoppelen van met nutriënten belaste watergangen**

Het betreft een reeks maatregelen om zowel een meer natuurlijk waterpeilregime (gemiddelde peilen en fluctuaties) te herstellen als verdere eutrofiëring tegen te gaan. Hierbij zal de instroom van (vermest) oppervlaktewater beperkt of uitgesloten worden. Effecten zijn veeleer op langere termijn te verwachten (zie bv. Bootsma *et al.* 1999). Indien alleenstaand wordt de doelmatigheid van deze maatregel eerder als matig ingeschat. In combinatie met andere maatregelen is het resultaat beter ([http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/water-ruimte/ecologie\\_maatregelen/ingreep\\_in\\_de\\_chemie/externe/](http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/water-ruimte/ecologie_maatregelen/ingreep_in_de_chemie/externe/)). De inrichting van de GG omvat een sterkere mate van isolatie door de rechtstreekse aanvoer van oppervlaktewater te beperken. De voeding door grondwater zal hierdoor relatief vergroten. Uit de in WATINA beschikbare gegevens komt voor het grondwater in de onmiddellijke nabijheid van de GG een vrij goede toestand naar voor wat fosfor betreft (o-PO<sub>4</sub>-P), terwijl de nitraatstikstofwaarden soms sterk oplopen (bijlage 4). Er zijn onvoldoende gegevens om de effectieve vermindering in P-belasting bij een gewijzigde hydrologie te schatten aan de hand van een stoffenbalans, maar een gunstige evolutie lijkt alleszins waarschijnlijk.

Sterkere hydrologische isolatie zal anderzijds tot een verhoging van de verblijftijd leiden. Indien de verblijftijd hierdoor beduidend langer wordt dan de generatietijd van het fytoplankton, zal dit in concentratie toenemen en zal de samenstelling wijzigen ten voordele van grotere, trager vermenigvuldigende taxa. Om dit te kunnen evalueren is een modelmatige massabalans voor de GG nodig. Hiertoe moeten de bestaande modellen (hydrologie en hydraulica) worden gecombineerd.

## 4.2 Baggeren

In plassen waar een dikke sliblaag aanwezig is, kan het verwijderen hiervan noodzakelijk zijn, zowel om vrijstelling van voedingsstoffen te beperken, als om te vermijden dat de vestiging van ondergedoken vegetatie belemmerd zou worden door hoge concentraties zwevende stof (Gulati et al. 2008). Het gaat om het verwijderen van de modderlaag tot op de minerale bodem of de vaste veenbodem, zonder wijziging van de vorm van de plas en zonder verdieping. Bij handhaving van de externe belasting is het effect van deze (kostelijke) maatregel in de tijd beperkt. In Nederland worden indicatoren voor de opportuniteit van deze maatregel onderzocht in het lopende project 'Baggernut' ([http://www.watermozaiek.nl/index.php?title=BaggerNut:\\_maatregelen\\_BAGGERen\\_en\\_Nutrienten](http://www.watermozaiek.nl/index.php?title=BaggerNut:_maatregelen_BAGGERen_en_Nutrienten)).

Onder droge omstandigheden, na drooglegging, kan nauwkeuriger en efficiënter geruimd worden. Bovendien wordt de bloot komende bodem goed doorlucht, wat de kieming van waterplanten bevordert. Het geheel en langdurig droogleggen van plassen kan echter leiden tot het verlies van sommige diersoorten. Bij de GG zal deze werkwijze niet toe te passen zijn. Kreeken worden meestal vanuit een boot gebaggerd en dit best met een augerzuigersysteem. Deze maakt geen ribbels in de bodem, in tegenstelling tot een cuttersysteem. Bij eventuele afwissing zorgt een dergelijk ribbelpatroon voor problemen (zie document 'Onderzoek meren op alfabetische volgorde', beschikbaar op [http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterruimte/ecologie\\_maatregelen/onderzoek\\_meren\\_en/@20092/maatregelen\\_meren\\_op/](http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterruimte/ecologie_maatregelen/onderzoek_meren_en/@20092/maatregelen_meren_op/)).

## 4.3 Visstandbeheer

Onder de noemer Actief Biologisch Beheer (verder ABB) worden maatregelen samengevat waarbij via wijziging van de levensgemeenschap het voedselweb wordt beïnvloed. De meest bekende maatregel hierbij is een drastische uitdunning van de visstand na afwissing, eventueel gecombineerd met het uitzetten van roofvis of zelfs *Daphnia*. De intentie hiervan is de begrazing van autotroof plankton door watervlooien te vergroten en bodemwoeling door grote vis te elimineren. Een overmaat aan vissen die op en in de waterbodem voedsel zoeken (benthivore vissen) en zoöplankton-etende vis (juvenielen, brasem, blankvoorn,...; planktivoren), staat een herstel van de helderheid van het water in de weg. De maatregel werkt daarbij als trigger om een snelle groei van waterplanten en daarmee de overgang naar een vrij stabiele heldere toestand mogelijk te maken. Enkel indien grondig uitgevoerd én gecombineerd met verminderde aanvoer van nutriënten is er een redelijke kans op een goed resultaat. In open systemen kan een snelle herkolonisatie door vis optreden. Ook na isolatie zal de GG hiervan niet gespaard blijven indien er soms toch water zou worden ingelaten. Mogelijk kan ook dan resultaat behaald worden door herhaald afvissen, maar hiermee is nog relatief weinig ervaring. Een monitoring van het visbestand om het beheer van de visstand op te volgen en mogelijk bij te sturen lijkt ons aangewezen.

Om het water in de zomer helder te houden, is ofwel het behoud van voldoende watervlooien nodig of moeten er andere algenremmende processen optreden. Tijdens een periode van helder water in het voorjaar, kunnen waterplanten zich snel gaan ontwikkelen. Deze houden het water helder doordat zij zorgen voor een toename van filtrerende organismen (tussen en op de planten), een verhoogde sedimentatie en een afname van het terug in suspensie gaan van sediment, competitie met algen om

nutriënten, een meer evenwichtig visbestand (hoger reproductiesucces van snoek) en, mogelijk, afscheiding van algenremmende stoffen. Voor de stabilisatie op lange termijn zijn het behoud van waterplanten, het stimuleren van roofvis en een verlaging van de nutriëntengehalten van belang.

Na het uitdunnen van de visstand wordt vaak roofvis, i.c. snoek, uitgezet om de predatiedruk op planktivore vis te verhogen zodat de hoeveelheid hiervan beperkt blijft. Ook kunnen bepaalde soorten ingezet worden om carnivoor macrozoöplankton te onderdrukken (bv. baars). Soms wordt het uitzetten van roofvis ook wel zonder voorafgaand uitdunnen van het bestand aan benthivoren en planktivoren toegepast. Het doel is steeds om (terug) veel efficiënt grazend zoöplankton, bij voorkeur grotere watervlooien, te krijgen, waardoor de hoeveelheid fytoplankton laag blijft. In niet al te zeer gedegradeerde (geëutrofiëerde) plassen zou het uitzetten van roofvis (snoek) succes kunnen hebben; hoewel ook hier mislukkingen te noteren zijn. Voor zover het de Vlaamse ervaringen betreft wordt het uitzetten van roofvis slechts in een kwart van de gevallen als succesvol geëvalueerd (Denys 2007). Het blijft dus een beperkt betrouwbare en moeilijk stuurbare beheermaatregel. In combinatie met andere herstelmaatregelen wordt hij wel vaker als succesvol beschouwd.

#### **4.4 Introductie en bescherming van water- en oeverplanten**

Een snelle uitbreiding van waterplanten is een belangrijk gegeven om een heldere toestand te verkrijgen en ook te behouden. Indien weinig of geen levensvatbare propagulen in de bodem aanwezig zijn en aanvoer uit de omgeving beperkt blijft is dit weinig waarschijnlijk en kan men beslissen om dit proces kunstmatig te versnellen. Dergelijke maatregelen zijn eveneens onder de noemer ABB te plaatsen. Het enten van waterplanten is veeleer een ondersteunende maatregel die op kleinere schaal toegepast kan worden indien voldoende helder water bekomen wordt om verdere groei mogelijk te maken. Wellicht is 'inzaaien' vlak na het herstel het best uit te voeren met oösporen van kranswieren; hiermee is in Nederland beperkte ervaring. Een nabije bron van het materiaal verdient de voorkeur. Het introduceren van oeverplanten kan het best gebeuren door het enten van wortelstokken (riet) afkomstig uit het gebied zelf. Indien hervestiging van waterplanten slechts lokaal optreedt kan het zinvol zijn kleinere bestanden tegen vraat te beschermen.

#### **4.5 Herprofilering oevers**

Indien oevers minder diep en geleidelijk hellend worden gemaakt worden deze zones meer geschikt voor de ontwikkeling van water- en oevervegetaties. Door het aanleggen van een glooiende oeverlijn krijgen zowel de oevervegetatie als de watervegetatie meer ruimte om te ontwikkelen. Bij grotere plassen waar veel golfslag kan optreden, kan een gevarieerde oeverlijn zorgen voor voldoende beschutte plekken om toch vegetatieontwikkeling toe te laten. Dit kan het best verspreid langs de volledige oeverlijn worden gerealiseerd zodat voldoende broed- en/of jachtgebied ontstaat voor de typische broedvogels die men beoogd.

#### **4.6 Beheersovereenkomsten voor aanpalende landbouwgebieden**

Ook na de herinrichting zullen gronden langsheen de GG als akker in gebruik blijven. Om de aanvoer van nutriënten uit deze zone te beperken kunnen beheersovereenkomsten afgesloten worden met landbouwers die deze percelen gebruiken aangaande geringere bemesting of nulbemesting en maatregelen die de afspoeling en beïnvloeding van het grondwater beperken zoals bufferstroken zonder agrarische activiteit. Voor een inschatting van de efficiëntie en optimale dimensionering van deze laatste is meer systeemkennis vereist. Literatuurreviews geven aan dat de breedte van de buffer de efficiëntie in belangrijke mate beïnvloedt. Gebaseerd op reviews van Hickey & Doran

(2004) en Hoffmann et al. (2009) omtrent fosforretentie lijkt het ons toch aangewezen een bufferstrook van minstens 20 meter te voorzien. Dit zou ook voor pesticiden moeten voldoen (Rasmussen et al. 2011). Hierbij moet worden opgemerkt dat fosforretentie deels berust op absorptie, en dat op termijn verzadiging zal optreden. Maaien en afvoeren kan de werking van de bufferstrook verlengen.

#### **4.7 Aanbrengen van gerstestro**

Soms wordt het inbrengen van balen gerstestro gezien als een maatregel om bloei van algen of cyanobacteriën tijdelijk te inhiberen. Hiervoor staan diverse mechanismen ter discussie ([http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/water-ruimte/ecologie/maatregelen/ingreep\\_in\\_de/rottend\\_stro/](http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/water-ruimte/ecologie/maatregelen/ingreep_in_de/rottend_stro/)). Uit de literatuur volgt dat deze maatregel niet altijd succesvol is en soms zelfs een averechts effect kan hebben (Brownlee et al. 2003; Ferrier et al. 2005; Waajen 2008). Ervaringen met toepassing op grotere schaal zijn bovendien beperkt. Een brongerichte aanpak lijkt ons daarom duurzamer.

### **5. Hiaten in de kennis**

#### **5.1 Slibvolume**

Indien baggeren van de aanwezige sliblaag overwogen wordt zal eerst een betrouwbaar beeld van de hoeveelheid slib moeten verkregen worden. Volgens de waarnemingen van Van de Vyver & Steenwegen (1987) is er plaatselijk sprake van een aanzienlijke hoeveelheid organisch slib, maar een ruimtelijk beeld kan hieruit niet worden afgeleid. Ook de gegevens vermeld door Arcadis (2010) zijn hiervoor te beperkt. Voor het bergen van het slib is het belangrijk om de kwaliteit te kennen. Voor zover gekend is er momenteel hierover geen informatie.

#### **5.2 Visbestand**

Er is momenteel geen beeld van het visbestand in de kreek zelf; gegevens omtrent soortensamenstelling en densiteit ontbreken. Er zijn enkel gegevens voor nabijgelegen watergangen. Het visbestand bestaat er overwegend uit schubkarper en gibel (benthivoren) en in mindere mate uit paling en stekelbaars. Verder werd vastgesteld dat de vissen in zeer slechte conditie waren (schimmelziektes), wat mogelijk wijst op een slechte slibkwaliteit, of andere stressfactoren (mond. med. Alain Dillen, INBO, 2010).

#### **5.3 Samenstelling van het macrozoöplankton**

Er is weinig kennis over de huidige samenstelling van de macrozoöplanktongemeenschap. Gezien de aanwezigheid van bepaalde soorten, zoals *Neomysis integer*, een hypotheek kan leggen op het duurzaam herstellen van een heldere waterkolom, is enige kennis gewenst om de opportuniteit van het uitzetten van predatoren te beoordelen. Er zijn enige oudere gegevens beschikbaar maar deze zijn gezien de datum niet meer relevant.

#### **5.4 Waterkwaliteitsgegevens GG**

Er zijn nauwelijks gegevens en geen meetreeksen jaarrond van de fysisch-chemische toestand van de GG zelf. Deze gegevens zijn onontbeerlijk om te beoordelen of de maatregelen het gewenste effect ressorteren, terwijl de seizoensale variatie inzicht kan geven op de rol van externe en interne nutriëntenbronnen. Bovendien zijn ook geen gelijkaardige gegevens te vinden van de Linie en Broekwatergang.

## 5.5 Verhouding grondwater/oppervlaktewater/neerslag en nutriëntenproblematiek

Om een inschatting te kunnen maken van de bijdragen van grondwaterstroming, toevoer vanuit de Linie en de Broekwatergang en neerslag tot de nutriëntenhuishouding zijn jaarrond meetreeksen met minstens maandelijkse frequentie van waterkwaliteitsgegevens nodig van de GG, de aanvoerende watergangen en het grondwater.

## 5.6 Kolonisatieverwachtingen waterplanten

Voor zover bekend zijn ondergedoken waterplanten niet aanwezig in de GG, noch in de er mee verbonden waterlopen, zodat een eventuele zaadbank de beste kansen geeft op een snelle autonome ontwikkeling van grotere bestanden. Er is echter geen informatie over de aanwezigheid en hoeveelheid van levensvatbare propagulen van waterplanten in de waterbodem van de GG. De reeds aanwezige rietbestanden zullen wellicht vrij gemakkelijk uitbreiden in ondiepe delen.

## 6. Voorbeeldprojecten in binnen- en buitenland

### **Grote Keignaert (Oostende)**

Genomen maatregelen: baggeren t.b.v. waterberging en verbetering waterkwaliteit (beëindigd december 2009), aanleg bufferstroken (2009-2011). Contactpersoon/organisatie: Jan De Bie (Vlaamse Landmaatschappij; VLM West-Vlaanderen Velodroomstraat 28 8200 Brugge; tel: 050 45 81 00).

### **Zwartenhoekse Kreek (NL)**

2 ha, gemiddeld 1,5 m, max. 4 m diep, zwak brak.

Genomen maatregelen: herstel natuurlijk peil, afkoppeling landbouwwater, baggeren (1996), ABB, uitzetten jonge snoek, daphnia's en jonge baars.

Contactpersoon/organisatie: Mevr. Y.C.M. van Scheppingen (Waterschap Zeeuws-Vlaanderen: [www.wszv.nl](http://www.wszv.nl), rapport: <http://edepot.wur.nl/4539>).

Hoger doorzicht, minder chl a, TP en TN, geringe toename diversiteit macrofauna; effect 3-6 jaar, minstens 9 jaar voor chl a en macrofauna.

Probleem: sterke ontwikkeling *Neomysis*.

### **Boschkreek (Zeeuws-Vlaanderen, NL)**

3 ha, gemiddeld 2 m, max. 4 m diep, zoet.

Genomen maatregelen: sanering lozingen, baggeren, ABB (1993 – 1998).

Contactpersoon/organisatie: Mevr. Y.C.M. van Scheppingen (Waterschap Zeeuws-Vlaanderen: [www.wszv.nl](http://www.wszv.nl)).

Hoger doorzicht, minder chl a, TP en TN, toename diversiteit macrofauna, uitbreiding riet, geen noemenswaardige ontwikkeling waterplanten; effect minstens 8-10jaar.

### **Canisvlietsche kreek (Zeeuws-Vlaanderen, NL)**

13,7 ha, gemiddeld 2 m, max. 4,5 m diep, zwak brak.

Genomen maatregelen: afkoppeling nutriëntrijk water, baggeren, ABB (1999).

Contactpersoon/organisatie: Mevr. Y.C.M. van Scheppingen (Waterschap Zeeuws-Vlaanderen: [www.wszv.nl](http://www.wszv.nl)).

Hoger doorzicht, minder chl a, TP en TN, toename diversiteit macrofauna; effect slechts 1-3 jaar, daarna toename.

Probleem: afwissing niet volledig door bodemreliëf.

**Molenkreek (Zeeuws-Vlaanderen, NL)**

10 ha, gemiddeld 2 m, max. 4 m diep.

Genomen maatregelen: sanering overstorten, baggeren (1998-1999).

Contactpersoon/organisatie: Mevr. Y.C.M. van Scheppingen (Waterschap Zeeuws-Vlaanderen: [www.wszv.nl](http://www.wszv.nl)).

Hoger doorzicht, minder chl a, TP en TN, toename diversiteit macrofauna; effect slechts 2-3 jaar voor doorzicht en macrofauna, 6-tal jaar voor TP en chl a en langer voor TN.

**Vlaamsche kreek (Zeeuws-Vlaanderen, NL)**

6 ha, gemiddeld 1,5 m, max. 3 m diep, zeer licht brak.

Genomen maatregelen: herstel natuurlijk peil, baggeren, ABB (1998-2000).

Contactpersoon/organisatie: Mevr. Y.C.M. van Scheppingen (Waterschap Zeeuws-Vlaanderen: [www.wszv.nl](http://www.wszv.nl)).

Iets hoger doorzicht, minder chl a, TP en TN, geen of geringe toename diversiteit macrofauna; effect ca.4 jaar voor doorzicht en chl a, 2 jaar voor TP, minstens 5 jaar voor TN, persistentie bloei cyanobacteriën, slechte zuurstofhuishouding.

Problemen: onvolledige afwissing karper, inlaat voedselrijk water.

**Binnenschelde (Zeeuws-Vlaanderen, NL)**

178 ha, gemiddeld 1,5 m, max. 3,5 m diep, zeer zwak brak.

Genomen maatregelen: baggeren, ABB (1989-1991), uitzetten waterplanten.

Toename doorzicht, massale ontwikkeling waterplanten, geen afname TP; effect 4-tal jaar.

Een rapport van vele van de Nederlandse projecten kan gevonden worden op <http://edepot.wur.nl/4539>. Bij de meeste van deze projecten was er aanvankelijk een toestandsverbetering, maar die zette zich niet door. Het rapport geeft hiervoor als mogelijke oorzaken:

- het niet volledig verwijderen (of kunnen verwijderen) van alle bagger; een gedegen vooronderzoek naar de bodemkwaliteit vooraleer te baggeren is zeer belangrijk;
- het niet of te weinig afwissen van de kreek, zodat bodemwoelers aanwezig blijven;
- het niet of onvoldoende afkoppelen van de kreek van oppervlaktewater afkomstig van o.a. de landbouw, waarbij fosfaat- en stikstofrijk water op de krekken wordt geloosd;
- een slechte ondergrond, waardoor stikstof en fosfaat vanuit de bodem van de kreek alsnog uitlogen naar het oppervlaktewater.

## CONCLUSIE

De vooropgestelde doelen vereisen een goede basiswaterkwaliteit, waarbij een heldere waterkolom de ontwikkeling van watervegetatie toelaat. Dergelijk biotoop in combinatie met structuurrijke helofytenvegetaties staat garant voor een groter aantal doelsoorten.

Er zijn te weinig kwaliteitsvolle gegevens betreffende de nutriëntenhuishouding in de GG, alsook over het aangevoerde oppervlaktewater. De weinige gegevens wijzen evenwel op een slechte waterkwaliteit, waarbij te hoge waarden aan P en N in de aanvoer worden

gemeten. Deze fluctueren evenwel sterk in het seizoen. De hoge nutriëntenconcentraties zijn wellicht te wijten aan drainage van landbouwpercelen. Huishoudelijk afvalwater, afkomstig van sterk verspreide bebouwing in het buitengebied, speelt wellicht ook een rol.

De beschikbare meetgegevens (INBO & VMM) zijn onvoldoende om gefundeerde uitspraken te kunnen doen betreffende de waterkwaliteit. Naast waterkwaliteitsgegevens zijn ook bijkomende gegevens gewenst betreffende samenstelling van het visbestand en het macrozoöplankton. Gegevens over de dikte van sliblaag in de GG zijn momenteel onvoldoende.

### **Samengevat kunnen we daarom volgende antwoorden op de gestelde vragen formuleren:**

- *Hoe bepalend is waterkwaliteit voor het behalen van de vooropgestelde doelstellingen? Welke variabelen zijn doorslaggevend, en welke normen moeten gehanteerd worden om de vooropgestelde doelstellingen te halen? Zijn er daarbij verschillen tussen de habitattypes 'riet en water', 'zoete wei' en 'plas en oever', en zoja, welke? Stellen ze andere eisen naar waterkwaliteit voor het behalen van de doelstellingen?*

De beperkte gegevens waarover we beschikken wijzen er op dat de waterkwaliteit moet verbeteren om de vooropgestelde doelstellingen te kunnen halen. De waterkwaliteit moet daarenboven ook verbeteren om te voldoen aan de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water. De doelstellingen opgelegd door de Kaderrichtlijn Water zijn voldoende voor de drie vermelde habitattypen. Een zeer beperkt doorzicht belemmert de ontwikkeling van ondergedoken vegetatie. Dit hangt vooral samen met een te hoge nutriëntenbelasting en een onevenwichtig visbestand.

- *Welke factoren bepalen op dit moment in hoofdzaak de (slechte) kwaliteit van het oppervlaktewater in GG? Hoe groot is de impact van rechtstreekse afwatering van landbouwwater in GG en dit vergeleken met de impact van landbouwwater dat via de Linie en Broekwatergang in GG stroomt?*

De kwaliteit van het oppervlaktewater in de GG wordt gekenmerkt door soms verhoogde concentraties nutriënten (N), en door verhoogde concentraties aan herbiciden. Beide verontreinigingen zijn vooral afkomstig van landbouw. Om de verhouding van rechtstreekse afwatering t.o.v. aanvoer via de Linie en Broekwatergang te kunnen inschatten ontbreken de nodige gegevens. Hiertoe zou een intensieve meetcampagne moeten gebeuren die oppervlakte- en grondwatersamenstelling, samen met peilen en debieten, meet gedurende een gans jaar, met een minstens maandelijks frequentie.

- *Welke zijn de meest aangewezen maatregelen ter verbetering van het aquatisch systeem die voor de GG zouden kunnen worden vooropgesteld, zowel maatregelen m.b.t. de inrichting als beheer als beleid in en rond het gebied., Voorbeelden zijn: actieve maatregelen ter verbetering van de sedimentkwaliteit van de geul, maatregelen ten behoeve van een gunstige nutriëntenbalans, het aanleggen van parallelgrachten (nuttig en/of noodzakelijk) zodat er geen rechtstreekse afwatering meer plaatsvindt naar GG, ander of aangepast landbouwgebruik op percelen grenzend aan de GG.*

Het welslagen van het herstel zal sowieso geoptimaliseerd worden door een combinatie van maatregelen, waarbij zowel de externe als eventueel interne eutrofiëeringsdruk verminderd wordt, als een impuls voor de ontwikkeling van ondergedoken vegetatie gegeven wordt. De voornaamste herstelmaatregelen die

hiertoe in aanmerking komen kunnen als volgt opgesomd worden: isoleren, baggeren (indien opportuun), reguleren van het visbestand, beheersovereenkomsten voor aanliggende landbouwpercelen, herprofilen van oevers, aanleg van bufferstroken.

- *Is er risico op fosfaat- of andere nutriëntenvergiftiging ten gevolge van hydrologische isolatie? Zo ja, wat kan hier tegen gedaan worden?*

Een risico op interne eutrofiëring bij isolatie lijkt aanwezig, maar kan wegens gebrek aan gegevens onvoldoende worden ingeschat. Baggeren van verontreinigd slib en controle van het visbestand lijken belangrijke maatregelen, maar zijn geen garantie. Vooraleer tot slibbaggering wordt overgegaan kan de P belasting en bindingscapaciteit van de waterbodem worden nagegaan.

- *Welke meetgegevens zijn beschikbaar? Welke gegevens ontbreken en op welke wijze kunnen ze verkregen worden?*

De beschikbare meetgegevens zijn toegevoegd in het advies en in bijlage. Ontbrekende gegevens zijn zoals hoger vermeld de P-belasting en bindingscapaciteit van de waterbodem, een gedetailleerde nutriëntenbalans voor de GG en een kwantitatieve meting van het visbestand.

- *Zijn er lessen te trekken uit gelijkaardige kreekherstelprojecten in het binnen- of buitenland die nuttig zouden kunnen zijn voor het natuurontwikkelingsproject GG?*

Uit gelijkaardige herstelprojecten volgt dat een combinatie van maatregelen aangewezen is, maar dat de mate van herstel niet kan worden gegarandeerd bij relatief hoge nutriëntenconcentraties.

## REFERENTIES

ANB - Agentschap voor Natuur en Bos, Aeolus & Universiteit Antwerpen (2006). Achtergrondnota Natuur Haven van Antwerpen. Finale versie 30 maart 2006.

Arcadis (2010) Niet-stationaire grondwatermodellering ten behoeve van de ecologische inrichting van de Grote Geule. Arcadis, Gent, 79 p.

Bootsma M.C., Barendregt A. & van Alphen J.C.A. (1999) Effectiveness of reducing external nutrient load entering a eutrophicated shallow lake ecosystem in the Naardermeer nature reserve, The Netherlands. *Biological Conservation* 90: 193-201.

Brownlee E.F., Sellner S.G. & Sellner K.G. (2003) Effects of barley straw (*Hordeum vulgare*) on freshwater and brackish phytoplankton and cyanobacteria. *Journal of Applied Phycology* 15: 525-531.

Declerck, S., Van de Meutter, F. & De Meester, L. (2006). De ecologie van ondiepe vijvers en meren: achtergronden en aanbevelingen voor beheer. *Natuur.focus* 5, 22-29.

Denys L. (2007) Herstel van stilstaande wateren in Vlaanderen. *Water* 30: 13/1-5.

Denys L. (2009) Een *a priori* typologie van stilstaande, zoete wateren in Vlaanderen. *Rapport Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek* INBO.R.2009.34, 174 p.

Ferrier M.D., Butler B.R. Sr., Terlizzi D.E. & Lacouture R.V. (2005) The effects of barley straw (*Hordeum vulgare*) on the growth of freshwater algae. *Bioresource Technology* 96: 1788-1795.



Gulati R.D., Pires L.M.D. & Van Donk E. (2008) Lake restoration studies: failures, bottlenecks and prospects of new ecotechnological measures. *Limnologica* 38: 233-247.

Gysels, H. (1972) Over de invloed van enkele fysico-chemische factoren pp de faunistische rijkdom van de Noordoost-Vlaamse krekens. *Mededelingen van de Hydrobiologische Vereniging* 6: 172-195.

Hoffmann C.C., Kjaergaard C., Uusi-Kämpä J. Hansen H.C. & Kronvang B. (2009) Phosphorus retention in riparian buffers: review of their efficiency. *Journal of Environmental Quality* 38: 1942-1955.

Hosper H. (1997) Clearing lakes. An ecosystem approach to the restoration and management of shallow lakes in the Netherlands. RIZA, Lelystad.

Hickey M.B.C. & Doran B. (2004) A review of the efficiency of buffer strips for the maintenance and enhancement of riparian ecosystems. *Water Quality Research Journal of Canada* 39: 311-317.

Jaarsma N., Klinge M. & Lamers L. (2008) Van helder naar troebel... en weer terug. Een ecologische systeemanalyse en diagnose van ondiepe meren en plassen voor de kaderrichtlijn water. STOWA -rapportnummer 2008-04. STOWA, Utrecht, 71 p.

Leyssen A., Adriaens P., Denys L., Packet J., Schneiders A., Van Looy K. & Vanhecke L. (2005) Toepassing van verschillende biologische beoordelingssystemen op Vlaamse potentiële interkalibratielocaties overeenkomstig de Europese Kaderrichtlijn Water – Partim "Macrophyten". *Rapport Instituut voor Natuurbehoud* IN.R.2005.05, 179 p., bijlagen.

Rasmussen J.J., Baattrup-Pedersen A., Wiberg-Larsen P., McKnight U.S. & Kronvang B. (2011). Buffer strip width and agricultural pesticide contamination in Danish lowland streams: implications for stream and riparian management. *Ecological Engineering* 37: 1990–1997.

Resource Analysis (2009) Plan-MER over het Strategisch Plan voor en de afbakening van de haven van Antwerpen in haar omgeving. Resource Analysis, Antwerpen.

Samuels A.J. & Mason C.F. (1998) Shrimps and eutrophication in the waterbodies of a coastal grazing marsh. *Hydrobiologia* 337: 195-199.

Van de Vyver P. & Steenwegen C. (1987) Biologische waterkwaliteit aan de hand van macro-invertebraten en fyto-sociologische studie van de oeverzone in het natuurreservaat De Grote Geule te Kieldrecht (O.-VI.). Koninklijke Vereniging voor Natuur- en Stedenschoon, 82 p.

Waajen G. (2008) Ervaringen met de bestrijding van overlast door blauwalgen. Waterschap Brabantse Delta

## BIJLAGEN

1. Overzicht van de watersamenstelling in de GG op enkele tijdstippen (bepalingen INBO; mg/l, behalve EGV en pH).

ID	datum	EGV <sub>veld</sub>	EGV <sub>labo</sub>	pH <sub>veld</sub>	pH <sub>labo</sub>	HCO <sub>3</sub>	P-PO <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	N-NH <sub>4</sub>
WAHS730X	29/10/2003	1836	1825	8,2	7,6	405	-	0,39	0,043	0,20
WAHS730X	2/06/2004	-	2540	-	8,1	339	0,105	0,05	0,010	0,10
WAHS730X	16/02/2005	1296	1415	8,0	7,8	304	0,047	20,12	0,083	0,35
WAHS730X	29/06/2005	2710	2580	8,4	8,2	407	0,030	0,050	0,005	0,10
WAHS730X	11/05/2006	2630	2780	8,3	7,9	353	0,010	0,78	0,005	0,10

ID	datum	SO <sub>4</sub>	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn
WAHS730X	29/10/2003	17,2	303	160	27,3	141	24,5	0,25	-
WAHS730X	2/06/2004	146	573	291	29,3	139	32,2	0,25	0,25
WAHS730X	16/02/2005	97	162	7,2	22,0	126	15,0	0,25	0,25
WAHS730X	29/06/2005	102	590	276	32,8	128	33,4	0,25	0,25
WAHS730X	11/05/2006	177	611	282	31,4	137	33,0	0	0,106

2. Richtwaarden voor de oppervlaktewateren van het type *zeer licht brak meer (Bzl)* .

parameter	eenheid	toetswijze	MKN-richtwaarde
<b>thermische omstandigheden</b>			
temperatuur	°C	maximum	25°
impact thermische lozing	°C	maximum	+ 3°
<b>zuurstofhuishouding</b>			
opgeloste zuurstof (concentratie)	mg/l	minimum	6
opgeloste zuurstof (verzadiging)	%	maximum	120
biochemisch zuurstofverbruik (BZV <sub>5</sub> <sub>20</sub> )	mg/l	90-percentiel	6
chemisch zuurstofverbruik (CZV)	mg/l	90-percentiel	30
<b>zoutgehalte</b>			
geleidingsvermogen	µs/cm	90-percentiel	15.000
chloride (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	90-percentiel	3.000
sulfaat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	gemiddelde	400
<b>verzuringstoestand</b>			
pH		minimum – maximum	6,0 – 9,0
<b>nutriënten</b>			
totaal stikstof	mg N/l	zomerhalfjaargemiddelde	1,8
totaal fosfor	mg P/l	zomerhalfjaargemiddelde	0,11
<b>diversen</b>			
doorzicht	m	zomerhalfjaargemiddelde	0,9
<b>biologische parameter</b>			
EKC fytoplankton		minimum	0,50
EKC macrofyten		minimum	0,6
EKC fyto bentos		minimum	0,6
EKC macro-invertebraten		minimum	0,7
EKC visfauna		minimum	0,6

### 3. Richtwaarden voor de oppervlaktewateren van het type *ionenrijk, alkalisch meer (Ai)*

parameter	eenheid	toetswijze	MKN-richtwaarde
<b>thermische omstandigheden</b>			
temperatuur	°C	maximum	25°
impact thermische lozing	°C	maximum	+ 3°
<b>zuurstofhuishouding</b>			
opgeloste zuurstof (concentratie)	mg/l	minimum	6
opgeloste zuurstof (verzadiging)	%	maximum	120
biochemisch zuurstofverbruik (BZV <sup>5</sup> <sub>20</sub> )	mg/l	90-percentiel	6
chemisch zuurstofverbruik (CZV)	mg/l	90-percentiel	30
<b>zoutgehalte</b>			
elektrische geleidbaarheid	µs/cm	90-percentiel	1.000
chloride (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	90-percentiel	200
sulfaat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	gemiddelde	150
<b>verzuringstoestand</b>			
pH		minimum – maximum	6,5 – 8,5
<b>nutriënten</b>			
totaal stikstof	mg N/l	zomerhalfjaargemiddelde	1,3
totaal fosfor	mg P/l	zomerhalfjaargemiddelde	0,105
<b>diversen</b>			
doorzicht	m	zomerhalfjaargemiddelde	0,9
<b>biologische parameter</b>			
EKC fytoplankton		minimum	0,3
EKC macrofyten		minimum	0,6
EKC fyto bentos		minimum	0,6
EKC macro-invertebraten		minimum	0,7
EKC visfauna		minimum	0,6

### 4. Overzicht van de grondwatersamenstelling in peilbuizen langs de GG (bepalingen INBO).

ID	datum	EGV <sub>veld</sub>	EGV <sub>labo</sub>	pH <sub>veld</sub>	pH <sub>labo</sub>	HCO <sub>3</sub>	P-PO <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	N-NH <sub>4</sub>
WAHP731X	29/10/2003	1177	1162	7,2	7,3	532	0,010	0,05	0,005	0,10
WAHP732X	29/10/2003	1293	1282	7,2	7,3	686	0,010	0,05	0,005	0,10
WAHP733X	16/02/2005	2910	2450	7,2	7,1	616	0,010	39,64	0,157	0,10
WAHP735X	2/06/2008	5790	5860	7,0	7,1	953	0,030	0,19	0,005	0,10

ID	datum	SO <sub>4</sub>	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn
WAHP731X	29/10/2003	134	47	23	20,6	210	12,8	0,25	-
WAHP732X	29/10/2003	71	28	56	17,3	209	12,8	0,25	-
WAHP733X	16/02/2005	578	247	131	38,2	388	48,3	0,25	0,25
WAHP735X	2/06/2008	63	1767	848	35,0	193	109	2,60	0,41