

# ***Monitoring nevengeulen***

## ***Integrale jaarrapportage 1999/2000***

Luc Jans, Joost Backx, Marianne Greijdanus-Klaas, Jolande de Jonge, Vincent van der Meij, Johan Oosterbaan, Albert van der Scheer, Max Schropp en Marjolein van Wijngaarden

RIZA Werkdocument 2001.062X

april 2001

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat, Directie Oost-Nederland

Opdrachtnemer: Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling / RIZA



## Inhoudsopgave

Samenvatting .....	5
1 Inleiding .....	7
1.1 Achtergrond.....	7
1.2 Doelstelling .....	7
1.3 Leeswijzer .....	9
2 Gebiedsbeschrijving en uitgevoerd meetprogramma.....	11
2.1 Gamerensche Waard .....	11
2.2 Uitgevoerd meetprogramma.....	12
3 Morfologie en hydraulica.....	17
3.1 Hydrologie geulen .....	17
3.2 Morfologie geulen.....	21
3.3 Bodemkwaliteit geulen.....	23
3.4 Waal .....	25
4 Ecotoxicologie.....	29
4.1 Inleiding .....	29
4.2 Acute en chronische effecten .....	30
4.3 Biobeschikbaarheid .....	31
4.4 Doorvergiftigingsrisico .....	32
4.5 Locaties met een verhoogd risico.....	32
4.6 Discussie gebruikte methodes .....	32
4.7 Voorlopige conclusies en aanbevelingen .....	32
5 Ecologie.....	35
5.1 Flora .....	35
5.2 Vegetatie.....	38
5.3 Macrofauna.....	39
5.4 Vissen.....	45
6 Reflectie methodiek.....	51
6.1 Hoogteligging zomerbed Waal.....	51
6.2 Hoogteligging nevengeulen .....	51
6.3 Bodemsamenstelling .....	51
6.4 Debiet .....	51
6.5 Zwevend stof.....	52
6.6 Ecotoxicologie.....	52
6.7 Flora .....	52
6.8 Vegetatie.....	52
6.9 Macrofauna.....	52
6.9 Vissen.....	53
7 Discussie.....	55
Literatuurlijst.....	59
Bijlage 1. Locaties van de metingen/bemonsteringen in de Gamerensche Waard 2000. ....	
Bijlage 2A. Luchtfoto's van de Oostgeul in 1985, 1997 en 2000.....	
Bijlage 2B. Luchtfoto's van de Westgeul in 1985, 1997 en 2000. ....	
Bijlage 3. Toxic Unit Concept .....	
Bijlage 4. Historische en recente karakteristieken van de ecotoxicologie-locaties .....	
Bijlage 5. Ecotoxicologische risico-locaties en de effecten.....	
Bijlage 6. Ecotoopkaart Gamerensche Waard 2000.....	
Bijlage 7. Verspreidingskaart bomen en struiken Gamerensche Waard 2000.....	
Bijlage 8. Visvangsten 1998-2000 .....	

Bijlage 9. Monitoringsplan nevengeul Opijnen vanaf 2001 .....  
Bijlage 10. Rapportages/publicaties verschenen binnen het project monitoring nevengeulen

## **Samenvatting**

In opdracht van Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland wordt door het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA een monitoringsprogramma voor nevengeulen langs de Waal uitgevoerd. Het doel van dit monitoringsprogramma is het voorzien in de informatiebehoefte voor:

- I. het **evalueren** van **ongewenste neven-effecten (risico's)**
  - A. aanzanding en dwarsstroming in hoofdgeul → gevolgen voor de scheepvaart
  - B. erosie waterkering → gevolgen voor de veiligheid
  - C. afzetting (verontreinigd) sediment → gevolgen voor het beheer
- II. het **evalueren** van de **gewenste effecten**
  - A. vergroting afvoercapaciteit rivier
  - B. blijven de nevengeulen meestromen?
  - C. vestiging van de gewenste doelsoorten?
  - D. effectiviteit sedimentvang
- III. het **vergroten** van de **proces-kennis** omtrent de thema's:
  - A. ecologisch herstel,
  - B. hydro-morfologische ontwikkeling
  - C. en het beheer van nevengeulen.

Om in deze informatiebehoefte te voorzien is voor 5 verschillende typen nevengeulen een meetstrategie ontwikkeld (Jans *et al.*, 1998). Van deze 5 nevengeulen zijn er tot nu toe slechts 3 gerealiseerd (alledrie in de Gamerensche Waard). Hier zijn in 1996 twee periodieke nevengeulen aangelegd en in oktober 1999 is daar een grote permanent meestromende nevengeul bijgekomen. De realisatie van de nevengeulen in de Afferdensche & Deestsche Waard en in de Stiftse Waard laat zich vanwege de verontreinigde grond ter plaatse van de uitstroomopeningen nog op zich wachten. Door deze beperking is er een grote leemte in het meetprogramma ontstaan, zodat slechts in beperkte mate kan worden voorzien in de oorspronkelijke informatiebehoefte. Om deze reden zijn de geconstateerde ontwikkelingen in deze jaarrapportage alleen representatief voor de Gamerensche Waard, en op dit moment slechts in beperkte mate voor nevengeulen in zijn algemeenheid.

Het meetprogramma is in 1998 gestart en heeft een looptijd van 5 jaar. Deze rapportage voor (1999/)2000 bevat de resultaten van het derde meetjaar, waarmee een ontwikkelingstijd van 4 jaar voor de periodiek meestromende nevengeulen is gedocumenteerd, en 1 jaar voor de permanent meestromende nevengeul. Voor het uitvoeren en interpreteren van het meetprogramma is een multidisciplinair team samengesteld uit verschillende afdelingen van het RIZA. De volgende disciplines zijn vertegenwoordigd: morfologie, hydraulica, ecologie, bodemchemie en ecotoxicologie.

Daar de inhoudelijke resultaten over de ontwikkelingen in deze nevengeulen nog slechts betrekking hebben op een korte periode en op slechts enkele geulen dienen de onderstaande resultaten als voorlopig te worden beschouwd:

- Ongewenste effecten voor de scheepvaart in de Waal nabij de Gamerensche Waard als gevolg van de nevengeulen zijn tot nu toe niet vastgesteld. De aanleg van de twee periodieke nevengeulen in de Gamerensche Waard heeft niet tot verondieping (aanzanding) van de vaargeul geleid. In combinatie met de Grote geul zou dit wel het geval kunnen zijn, maar dit is op dit moment nog niet aantoonbaar. Voortzetting van de metingen is noodzakelijk om hier meer duidelijkheid over te geven.

- Plaatselijk is een aanzienlijke erosie van de oevers van de nevengeulen geconstateerd. Hoewel deze erosieplekken zich nog binnen de veiligheidsmarges van de intreezone van de dijk bevinden is het aanbrengen van oeverbeschermingsmateriaal aan te bevelen.
- De bodem van de nevengeulen vertoont een sterke ruimtelijke heterogeniteit, zowel qua fysische samenstelling (korrelgrootte) als qua chemische kwaliteit (verontreiniging). Het overgrote deel van het gesedimenteerde materiaal bestaat uit relatief schoon zand. De gesedimenteerde klei- en sli블lagen zijn dun. De verontreinigingsgraad van de toplaag (zowel zand als klei) neemt af. Vanwege het relatief geringe aandeel klei en slib is de verwachting dat een partijkeuring in de zin van het bouwstoffenbesluit voldoet aan de normen die gelden voor een categorie 1 bouwstof.
- Hoewel er veel zand in de twee periodieke nevengeulen is gesedimenteerD, is er tot nu toe geen beheersinspanning (baggeren) nodig geweest om de geulen mee te laten blijven stromen (de hoogstgelegen dwarsdoorsnedes voor deze twee geulen zijn namelijk niet hoger komen te liggen). Het moment waarop met name de Oostgeul minder frequent gaat meestromen als gevolg van de aanzanding lijkt echter wel dichterbij te komen.
- De metingen geven aan dat er door de permanent meestromende Grote geul in de Gamerensche Waard minder water stroomt dan verwacht op basis van het ontwerp. Voor de periodiek meestromende Westgeul is dit bij vrij lage rivierwaterstanden ook het geval, maar bij vrij hoge rivierwaterstanden stroomt door de Westgeul juist meer water dan ingeschat op basis van het ontwerp.
- Uit berekeningen van de waterstanden bij een Maatgevende HoogWaterstand (MHW; 16.000 m<sup>3</sup>/s bij Lobith) blijkt dat de nevengeulen zorgen voor zo'n 1 tot 2 cm lagere waterstanden. Deze 'compensatieruimte' is beschikbaar voor vegetatieontwikkeling en/of een verdere sedimentatie van de nevengeulen.
- Uit de bemonsteringen/inventarisaties van diverse soortsgroepen (flora, macrofauna en vis) komt naar voren dat karakteristieke, riviergebonden, soorten rijkelijk voorkomen. Voor de flora zijn dit met name de pioniersoorten van slikkige oevers, voor de macro-fauna de reofiele (stroomminnende) soorten op hard- en zandig substraat en de (als larf) in de bodem levende muggen en voor vis de juveniele reofiele soorten. In hoeverre de nevengeulen voor vis ook een paai-functie vervullen is nog onbekend.
- In een gebied als de Gamerensche Waard is momenteel al een dusdanig grote variatie aan microhabitats (qua waterdiepte, stroomsnelheid, substraatype, e.d.) aanwezig dat er voor een breed spectrum van organismen een plaats te vinden is. Indien de nevengeulen hydro-morfologisch voldoende actief blijven kunnen pioniersituaties lang aanwezig blijven. Of eigenlijk is het beter om te spreken van steeds weer opnieuw ontstaan (de autonome successie wordt steeds weer teruggezet; cyclische successie).
- De resultaten van de ecotoxicologische testen bevestigen de resultaten van het chemisch sedimentonderzoek; ook hier is een verbetering te zien in de mate van toxiciteit. Ook het verwachte verhoogde risico in verband met de sterk wisselende waterstanden in de nevengeulen lijkt gering.

Deze resultaten van het meetprogramma 1998-2000 hebben geleid tot de volgende veranderingen in het programma voor 2001:

- Analyse bodemsamenstelling/chemie nevengeulen minder vaak en minder intensief
- Geen slibdiktemetingen (ISAC-apparaat)
- Uitbreiding van de zwevend stof bemonstering
- Bemonstering van paairijpe vis gedurende meerdere weken in het voorjaar
- Ook macrofaunabemonstering in het najaar

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

In opdracht van Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland wordt door het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA een monitoringsprogramma voor nevengeulen langs de Waal uitgevoerd (Jans *et al.*, 1998). Per meetjaar wordt een integrale jaarrapportage over de gevonden resultaten opgesteld. Voor 1998 en 1999 zijn deze rapportages inmiddels verschenen (Jans *et al.*, 1999; Jans *et al.*, 2000). Dit jaarrapport is een vervolg hierop en beschrijft de resultaten van juli 1999 t/m september 2000. Het probeert vooral in te gaan op de gevonden resultaten en nog slechts ten dele deze resultaten te integreren of er conclusies uit te trekken. Een echte evaluatie zal plaatsvinden in 2003.

Door de normalisatie van de Nederlandse rivieren gedurende de afgelopen eeuwen is er steeds minder ruimte overgebleven voor natuurlijke hydro-morfologische processen die er voor kunnen zorgen dat er eilanden en daarmee nevengeulen ontstaan. Daarmee is ondiep langzaamstromend water vrijwel verdwenen uit het Nederlandse rivierengebied. Hierdoor ontbreken diverse rivierkenmerkende organismen. Door de aanleg van nevengeulen worden er weer mogelijkheden geschapen voor organismen die in de hoofdgeul geen kans hebben. Ook kunnen nevengeulen voldoen aan de wens om duurzaam meer 'ruimte voor de rivier' te realiseren (grotere capaciteit waterafvoer). In een nevengeul kunnen ecologisch essentiële hydro-morfologische processen als sedimentatie en erosie in beperkte mate toegelaten worden. Omdat er vanuit het rivierbeheer echter nog veel onduidelijkheden bestaan over de reactie van de rivier op de aanleg van een nevengeul worden de recent aangelegde nevengeulen gemonitord. Ook de vestigingseisen van kenmerkende planten- en diersoorten van nevengeulen zijn veelal niet exact bekend, zodat ook hun aan- of afwezigheid niet goed te voorspellen valt.

## 1.2 Doelstelling

De doelstelling van het monitoringsprogramma nevengeulen (Jans *et al.*, 1998) is het voorzien in de informatiebehoefte met betrekking tot:

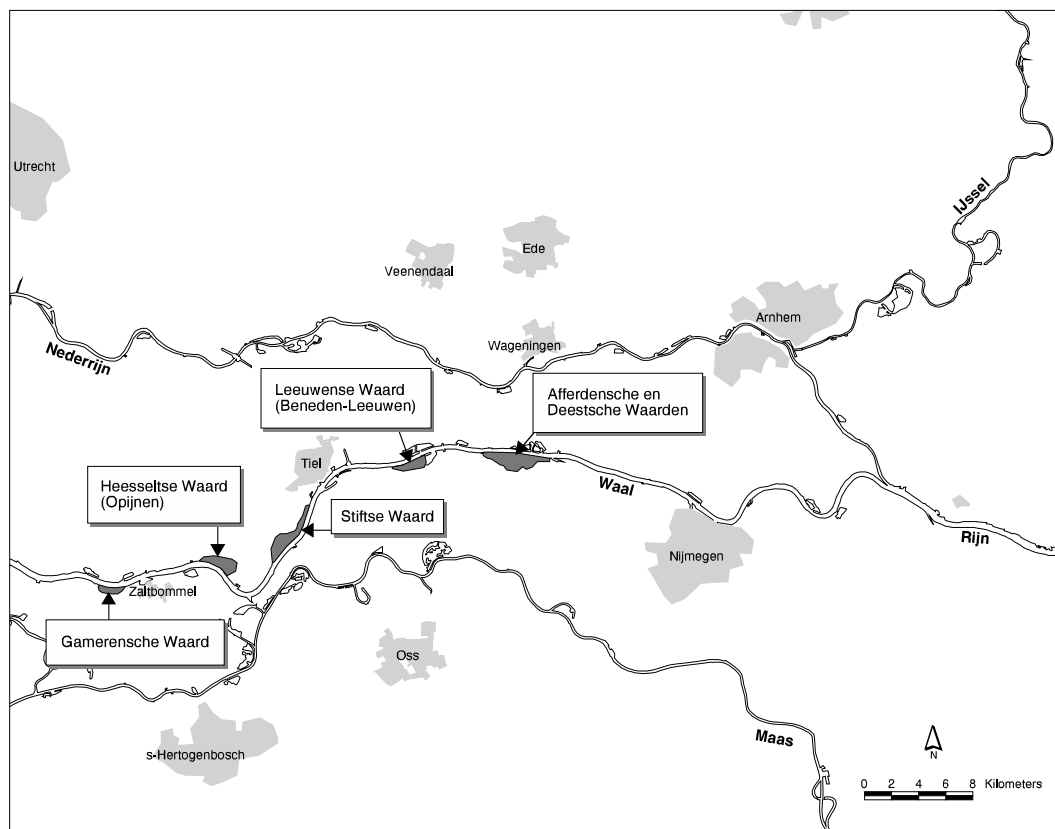
- I. Het **evalueren** van **ongewenste neven-effecten (risico's)**
  - A. vaststellen of en in welke mate ongewenste neveneffecten voor de **scheepvaart** optreden (aanzanding en stroming);
  - B. vaststellen of en in welke mate ongewenste neveneffecten voor de **veiligheid** optreden (erosie waterkering);
  - C. vaststellen of en in welke mate ongewenste neveneffecten voor het **beheer** optreden (afzetting van al dan niet verontreinigd sediment).
- II. Het **evalueren** van de **gewenste effecten**
  - A. vaststellen of en in welke mate de **ruimte voor de rivier** die de nevengeul biedt teniet wordt gedaan door de ontwikkeling van de vegetatie;
  - B. vaststellen welke beheersinspanning nodig is om het **permanent stromende karakter** van een nevengeul te behouden;
  - C. vaststellen van de effectiviteit van een **sedimentvang** in een nevengeul;
  - D. vaststellen of en in welke mate de **doelsoorten** van het ecotoop **nevengeul** zich vestigen.
- III. Het **vergroten** van de **proces-kennis** omtrent het ecologisch herstel, de hydro-morfologische ontwikkeling en het beheer van nevengeulen
  - A. **verklaren** van **erosie- en sedimentatiepatronen** in de neven- en hoofdgeul en uitbreiden van bestaande hydrologische modellen op dit gebied;

- B. **identificeren van faal-factoren** in termen van **habitat** en **ecotoxicologie** voor **doelsoorten** waarvan de vestiging uit- of achterblijft bij de verwachtingen, en voor zover mogelijk, identificeren van succesfactoren voor vestiging van andere niet als doelsoort benoemde soorten.

Om plannen met betrekking tot de aanleg van nieuwe nevengeulen goed te kunnen beoordelen is het van groot belang verschillende typen nevengeulen te monitoren. Alleen dan kan inzicht verkregen worden in het effect van bijvoorbeeld wel of geen sedimentvang, al dan niet permanent meestromen, e.d.. Daarom is een samenhangend monitoringsprogramma opgesteld waarin diverse typen nevengeulen in op zijn genomen (Jans *et al.*, 1998; figuur 1):

- Gamerensche Waard: 2 periodiek meestromende nevengeulen en 1 permanent meestromende nevengeul met sedimentvang op het eind
- Afferdensche & Deestsche Waarden: 1 permanent meestromende nevengeul met een sedimentvang in het begin
- Stiftse Waard: 1 permanent meestromende nevengeul zonder sedimentvang

Voor een beschrijving van de exacte details van dit vijfjarige monitoringsprogramma wordt verwezen naar Jans *et al.* (1998). Hierin wordt ook een nadere omschrijving gegeven van de betreffende uiterwaarden en nevengeulen.



Figuur 1. De ligging van de vijf uiterwaarden met de (geplande) nevengeulen van het monitoringsprogramma nevengeulen Waal.



### 1.3 Leeswijzer

In deze jaarrapportage over 1999/2000 wordt alleen ingegaan op de ontwikkelingen in de nevengeulen van de Gamerensche Waard en in enige mate die van Opijnen. De twee nevengeulen in de Stifitse Waard en in de Afferdensche & Deestsche Waarden zullen niet aan bod komen, daar deze geulen door vertraging in de vergunningverlening en uitvoering nog niet gerealiseerd zijn. Dit is de eerste jaarrapportage waarin in de grote permanent meestromende nevengeul in de Gamerensche Waard echt aan bod komt. Deze Grote geul is pas in oktober 1999 daadwerkelijk gaan meestromen.

Nabij Opijnen (Heesseltse Waard) en nabij Beneden-Leeuwen (Leeuwense Waard) zijn enige jaren geleden (respectievelijk 1994 en 1995) ook twee (kleinere) 'nevengeulen' gerealiseerd. Nabij Opijnen betreft het een oevergeul waarbij enkele kribben door middel van een dwarsdam met elkaar verbonden zijn. Door het eerste en de laatste kribvak met het zomerbed te verbinden is een zogeheten 'oevergeul' ontstaan. In de Leeuwense Waard zijn een oude strang, een voormalige zandwinput en enkele kleiputten met elkaar verbonden (op het smalste punt door middel van een duiker). Van deze twee geulen is in 2000 een evaluatierapport verschenen (Simons *et al.*, 2000). Dit heeft er onder andere toe geleid dat de verdere monitoring van de geul bij Opijnen geïntegreerd wordt met die in de Gamerensche Waard. De monitoring van de geul nabij Beneden-Leeuwen wordt niet door Rijkswaterstaat voortgezet. In bijlage 9 is het monitoringsplan voor de geul bij Opijnen zoals dat vanaf 2001 geldt weergegeven. In dit jaarrapport zijn nog weinig resultaten met betrekking tot de geul nabij Opijnen opgenomen; in de volgende jaarrapportage zal dit wel het geval zijn.

In hoofdstuk 2 van deze rapportage zal een korte beschrijving gegeven worden van de nu gerealiseerde nevengeulen in de Gamerensche Waard. Daarnaast zullen de ontwikkelingen met betrekking tot inrichting en beheer van de Gamerensche Waard in 1999/2000 geschetst worden. Ook zal in dit hoofdstuk een overzicht van het uitgevoerde meetprogramma gegeven worden. In de hoofdstukken 3, 4 en 5 komen de resultaten met betrekking tot respectievelijk de morfologie/hydraulica, de ecotoxicologie en de ecologie aan bod. In hoofdstuk 6 volgt een korte beschouwing ten aanzien van de gevolgde methodiek, waarna in hoofdstuk 7 al enige vergelijking van de monitoringsresultaten met de doelstellingen plaatsvindt.

Het team van schrijvers van deze rapportage bestond uit:

Redactie, inleidende hoofdstukken, flora, vegetatie, reflectie methodiek en discussie	Luc Jans (RIZA-IHO)
Morfologie i.r.t. hydraulica	Max Schropp (RIZA-WSR)
Morfologie i.r.t. sedimentkwaliteit	Marjolein van Wijngaarden & Bertie van der Heijdt (RIZA-WST) en Albert van der Scheer (RIZA-IHO)
Ecotoxicologie	Johan Oosterbaan & Jolande de Jonge (RIZA-WSE), m.m.v. Jaap Postma (AquaSense) & Piet den Besten (RIZA-WSCE)
Macrofauna	Marianne Greijdanus-Klaas (RIZA-WSE) & Luc Jans (RIZA-IHO)
Vissen	Joost Backx & Vincent van der Meij (RIZA-IHO)

N.B. Mede omdat dit slechts een tussentijdse rapportage betreft zijn sommige stukken tekst (vrijwel) identiek aan de vorige jaarrapportage(s) (met name de inleidende hoofdstukken).



## 2 Gebiedsbeschrijving en uitgevoerd meetprogramma

### 2.1 Gamerensche Waard

Het natuurontwikkelingsproject 'Geulen voor de Dijk' in de Gamerensche Waard (linkeroever van de Waal, net ten westen van Zaltbommel; 128 ha) bevindt zich op het beginpunt van de overgang van de vrijafstromende, slingerende 'bovenrivier' Waal naar de brede, rechte 'benedenrivier' Merwede. In de Gamerensche Waard zijn drie nevengeulen aangelegd (tabel 1; bijlage 1). Één permanent meestromende grote nevengeul en twee periodiek meestromende kleinere nevengeulen. De twee periodiek meestromende nevengeulen zijn eind 1996 gerealiseerd en zijn in feite een soort 'oevergeulen' (zeer dynamisch) aan de rivierzijde van de zomerkades. De oostelijke van die twee (de Oostgeul) is zodanig ontworpen dat die in beginsel 100 dagen per jaar meestromend is. De westelijke geul (de Westgeul) is ontworpen op 265 dagen per jaar meestromend. De permanent meestromende nevengeul bevat een sedimentvang (voormalige zandwinput) vlak voor de uitstroomopening.

Tabel 1. Overzicht van de drie nevengeulen in de Gamerensche Waard.

Nevengeul	Locatie binnen uiterwaard	Permanent of periodiek meestromend	Datum van realisatie	Lengte (km)
Westgeul	buiten de zomerkade	periodiek (gepland op ± 265 dagen/jaar)	november 1996	1
Oostgeul	buiten de zomerkade	periodiek (gepland op ± 100 dagen/jaar)	september 1996	0,5
Grote geul	tussen de zomerkade en de winterdijk	permanent	oktober 1999	2

#### Beheer

In de Gamerensche Waard is in principe gekozen voor een begrazingsbeheer met runderen en paarden. In 1999 heeft er in het door Staatsbosbeheer beheerde gedeelte van de Gamerensche Waard echter geen vee gelopen vanwege langdurig hoge rivierwaterstanden en de verdere werkzaamheden in verband met de realisering van de grote nevengeul.

In 2000 heeft er gedurende het gehele jaar weer vee in de Gamerensche Waard gelopen.

Pony's: tot en met augustus 8 stuks en daarna 11 stuks.

Koeien (jongvee): van 1 mei tot 1 november 18 stuks.

#### Inrichtingswerkzaamheden in 1999/2000

Na de afwerking van de instroomopening van de Grote geul in oktober/november 1999 hebben er geen grote werkzaamheden meer plaatsgevonden.

Wel hebben er nog herstelwerkzaamheden aan de op- en afrit van de brug over de Grote geul plaatsgevonden (juni 2000).

Verder is het goed te noemen dat een oorspronkelijk (bijna altijd) geïsoleerde plas door spontane erosie nu permanent aangetakt is aan de Grote geul. Het betreft een kleine plas aan de linkeroever van de Grote geul net voor de brug. Sinds het najaar van 1999 is deze plas in continue verbinding met de Grote geul.

#### Baggeren zomerbed Waal

Baggerwerk is van invloed op de gemiddelde bodemligging, en zou daardoor het zicht kunnen ontnemen op de morfologische veranderingen die het gevolg zijn van de nevengeulen. Zowel in 1999 als in 2000 is er in de Waal in het stuk vlak voor de nevengeulen (km 936-937) gebaggerd. In tegenstelling tot het bovenrivierengebied worden benedenstrooms van Zaltbom-

mel gebaggerde hoeveelheden niet teruggestort, maar aan het riviersysteem onttrokken. Het bij Gameren gebaggerde volume is dus afgevoerd naar elders. De in 1999 en 2000 gebaggerde hoeveelheden (13180 m<sup>3</sup>) zouden gezien de oppervlakte van het betreffende traject een bruto daling in de gemiddelde bodemligging kunnen bewerkstelligen van 3,5 cm. Netto is die daling ongetwijfeld minder, omdat de onttrokken hoeveelheid door bovenstroomse aanvoer van sediment (deels) weer wordt aangevuld. Het verschil in bodemligging door baggerwerk is in de metingen van de hoogte van het zomerbed (§ 3.4) dan ook niet terug te vinden.

## 2.2 Uitgevoerd meetprogramma

In 1999/2000 zijn de nevengeulen in de Gamerensche Waard intensief en multidisciplinair gemonitord grotendeels conform het in 1997 opgestelde programma (Jans *et al.*, 1998) en voortbouwend op de metingen die in eerdere jaren zijn uitgevoerd (Jans *et al.*, 1999; Jans *et al.*, 2000). De belangrijkste wijzigingen ten opzichte van dit projectplan (Jans *et al.*, 1998) zijn:

- Geen metingen/bemonsteringen in de Stiftse waard en in de Afferdensche en Deestsche waard
- Beperkte stroomsnelheids/debietmetingen
- Bodembemonstering (fysisch/chemisch) van de geulen één maal per jaar in plaats van twee maal
- Geen tellingen van (water)vogels
- Macrofaunabemonstering zowel in het voorjaar als in het najaar
- Bij het maken van een vegetatiestructuurkaart is ook een bos- en struweelkaart gemaakt
- Frequentere visbemonsteringen

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de data waarop welke aspecten zijn gemeten/bemonsterd. De exacte locaties van de metingen/bemonsteringen zijn weergegeven in bijlage 1.

Tabel 2. Overzicht van de gemeten aspecten in het kader van het monitoringsprogramma nevengeulen in 1999/2000. Alleen die metingen zijn weergegeven die nog niet in de twee eerdere jaarrapportages aan bod zijn gekomen. Hierdoor betreft het ongeveer de periode oktober 1999 tot en met september 2000.

Onderdeel	Locatie(s) (zie bijlage 1)	Frequentie (/ jaar)	1999	2000
Hoogteligging zomerbed Waal	Waal nabij Gamerensche Waard	4	december	maart, juli en september
Hoogteligging nevengeulen	Westgeul, Oostgeul en Grote geul	1	oktober tot dec.	
Bodemsamenstelling (fysisch en chemisch)	Westgeul, Oostgeul en Grote geul	1		2, 3 en 4 mei 25 en 27 sept. en 3 okt.
Debiet	Westgeul, Oostgeul en Grote geul	10-12		31 mrt, 5, 6 en 7 april, 8 en 9 mei, 5 en 7 juni
Zwevend stof	3 locaties in Grote geul	10-12		maandelijks
Ecotoxicologie	Westgeul en Oostgeul	½		3 en 4 mei
Flora	Gehele uiterwaard	½		20/6, 21/6 en 11/9
Vegetatie	Gehele uiterwaard	½		augustus
Macrofauna	Westgeul, Oostgeul en Grote geul	2		3 en 4 mei 25 en 27 sept. en 3 okt.
Vis	Westgeul, Oostgeul en Grote geul	2		14 juni en 4 september
	Opijnen	2		13 juni en 5 september

De precieze methodieken en resultaten van deze metingen en bemonsteringen staan beschreven in zeven datarapportages:

- Macrofauna voorjaar: Klink (2000a)
- Macrofauna najaar: Klink (2000b)
- Ecotoxicologie: AquaSense (2000)
- Vissen: Merckx (2000)
- Flora: Odé & Beringen (2000)
- Vegetatie: Kers *et al.* (2000)
- Morfologie/hydraulica en bodemchemie: Schropp *et al.* (2001)

Verder is over de analyses met betrekking tot mogelijke veranderingen in de MHW-hoogte als gevolg van de aanleg van de nevengeulen een memo geschreven: van den Brink (2001).

Hieronder wordt slechts heel kort beschreven wat de metingen/bemonsteringen inhielden.

### **Hoogteligging zomerbed Waal**

De driemaandelijke peilingen van de hoogteligging van het zomerbed van de Waal vinden sinds januari 1999 gebiedsdekkend plaats met behulp van een multibeam peilsysteem. Voor die tijd gebeurde dat met een singlebeam systeem (in raaien). In verband met de koppeling van de resultaten van beide meetssystemen is inmiddels een correctiefactor bepaald. De peilingen vinden plaats vanaf zo'n 1 km stroomopwaarts tot aan zo'n 2 km stroomafwaarts van de geulen.

### **Hoogteligging nevengeulen**

In de periode oktober-december 1999 is de hoogteligging van beide periodieke geulen gebiedsdekkend als digitaal terrein model (DTM) ingemeten. Deze methode is voor de relatief hoogdynamische geulbodem beter geschikt dan metingen volgens dwarsraaien. De opname had het karakter van een test, om te zien of de extra inspanning voor het maken van een DTM opweegt tegen de betere kwaliteit in vergelijking met de traditionele raaienmethode. Een belangrijk voordeel van een DTM is dat alle "knikpunten" in kaart worden gebracht. Hiermee zijn ook veranderingen te zien buiten de meetraaien.

De Grote geul is in oktober 1999 opgeleverd. Aanvankelijk was het de bedoeling dat de uitpeiling van de aannemer als referentie zou dienen, maar deze peiling is nooit uitgevoerd. Wel is in december 1999 door de Meetdienst een (singlebeam-)peiling van de Grote geul uitgevoerd, in een stelsel van langs- en dwarsraaien.

Ook in het najaar van 2000 is de hoogteligging van de Gamerensche Waard opgemeten. De hogere delen van de uiterwaard zijn met GPS gebiedsdekkend gemeten op plaatsen waar grote morfologische activiteit werd verwacht, en in raaien waar die activiteit minder is. Vervolgens zijn de diepe delen van de uiterwaard met echoloding gepeild, deels overlappend met de GPS-metingen. De gegevens van deze metingen zijn echter nog niet beschikbaar, zodat op dit moment nog geen kwantitatief overzicht bestaat van de morfologische veranderingen tussen eind 1999 en eind 2000.

### **Bodemsamenstelling**

Als uitgangspunt voor de locaties van de bodembemonstering werd steeds de plaats van de raaien en de gekozen punten van de voorgaande jaren aangehouden. Ook de uitvoering van de bemonstering vond op vergelijkbare wijze plaats als in het verleden. In de droge gedeelten van de geulen werd de bemonstering met een gutsboor uitgevoerd. In de natte en diepe gedeelten met een Van Veenhapper (of soms een Eckmanhapper). De bemonstering in de diepe geulen vond plaats vanuit een bootje van de Meetdienst van DON. Deze bodemmonsters zijn

in het lab geanalyseerd op zowel korrelgrootteverdeling als ook op diverse chemische parameters (voor details zie Schropp *et al.*, 2001). Veelal hebben de monsters betrekking op de bovenste 5 cm van het profiel.

### **Debiet**

De stroomsnelheids- en afvoermetingen worden voor zover de omstandigheden het toelaten in principe maandelijks in alledrie de geulen uitgevoerd. In de Grote geul (G365) worden de metingen uitgevoerd vanaf de brug halverwege de geul. Metingen zijn daar mogelijk tot een lokale waterstand van ca. 3,50 m +NAP. In de periodiek stromende geulen wordt natuurlijk alleen gemeten als ze meestromen, hetgeen niet elke maand het geval is. In de periodieke geulen wordt niet meer gemeten als de waterdiepte in de geulen te groot is om er nog doorheen te waden en/of de bodem vanuit een meetboot niet meer te bereiken is<sup>1</sup>. De stroomsnelheid wordt gemeten met een Ott-molen of met een elektromagnetische stroomsnelheidsmeter (EMS) op een aantal punten in het dwarsprofiel. Met behulp van dieptegegevens worden deze metingen omgerekend tot een totaal debiet van de betreffende geul.

### **Zwevend stof gehalte**

De veranderingen in het zwevend stof gehalte van het water dat door de Grote geul stroomt, worden bepaald door op een drietal locaties maandelijks een watermonster te nemen, en hierop in het lab een droge-stofbepaling uit te voeren. Deze locaties in de Grote geul bevinden zich respectievelijk in het begin van de geul, vlak voor de sedimentvang en vlak na de sedimentvang (zie bijlage 1). De gedachte achter deze wijze van bemonstering is dat afname van de zwevend stofgehalten die optreedt tussen twee punten het gevolg is van netto sedimentatie. Door bij verschillende debieten te bemonsteren ontstaat een beeld van de variatie in sedimentatiesnelheid als functie van de afvoer.

### **Ecotoxicologie**

Ten behoeve van de ecotoxicologische analyses zijn op vier locaties in de twee periodieke geulen tegelijkertijd zowel sedimentmonsters als macrofaunamonsters genomen. Met deze sedimentmonsters zijn in het lab zowel bodemchemische als ecotoxicologische analyses uitgevoerd.

### **Flora**

De gehele Gamerensche Waard is geïnventariseerd op het voorkomen van plantensoorten. Dit is gebeurd aan de hand van de standaard MWTL-methodiek (km-hok basis), waarbij echter ook onderscheid gemaakt is tussen binnen en buiten de nevengeulen. De floristische samenstelling van het gebied wordt in de analysefase omgezet in indices voor de floristische kwaliteit van diverse ecotopen/ecosysteemtypen.

### **Vegetatie**

Een gebiedsdekkende ecotoop/vegetatiestructuurkaart is gemaakt door middel van luchtfoto-interpretatie gecombineerd met veldwaarnemingen. Dit heeft zowel geleid tot een ecotoopkaart als mede tot een bos- en struweelkaart.

---

<sup>1</sup> In de praktijk betekent dit ongeveer dat er in de Westgeul gedurende  $\pm 80\%$  ( $\pm 275$  dagen) van de meestroomperiode gemeten kan worden en in de Oostgeul ongeveer  $50\%$  ( $\pm 75$  dagen) van de meestroomperiode.

## Macrofauna

De samenstelling van de bodemlevende macrofauna van de nevengeulen is bepaald door in twee periodes (mei en sept/okt) monsters te nemen van zowel sediment als ook van hout en stenen. In het lab zijn deze macrofaunamonsters tot op soort uitgezocht en gedetermineerd. Dit jaar zijn voor het eerst ook enkele monsters in de kribvakken bovenstrooms en benedenstrooms van de nevengeulen genomen. Enerzijds ter vergelijking van de samenstelling in de nevengeulen met die van kribvakken en anderzijds ter inschatting van een mogelijke invloed van de nevengeul op de macrofaunalevensgemeenschap in de rivier.

Dankzij de vierjaarlijkse IRC-bemonstering kunnen we ook over informatie van de macrofauna in de Waal van het najaar 1999 en het voorjaar 2000 beschikken.

De sedimentmonsters zijn genomen met behulp van een Eckman-happer en de stenen en het hout zijn afgeborsteld en opgemeten. Alle monsters zijn gezeefd over een 500 µm zeef en geconserveerd in 96 % alcohol. Analyse heeft plaatsgevonden volgens analyseprotocol 81401.112U van IMLB RIZA, waarbij onder de binoc uitgezocht is, alle individuen geteld zijn en in gevallen waarbij meer dan 100 exemplaren van een bepaalde groep voorkwamen er een subsample is genomen voor determinatie. Alle groepen zijn gedetermineerd tot een zo laag mogelijk niveau, dit betekent ten opzichte van het IMLB voorschrift dat de poppen van de Chironomiden tot op soort gedetermineerd zijn in plaats van tot op hoofdgroep.

## Vis

In 2000 zijn visbroedbemonsteringen uitgevoerd in de nevengeulen in de Gamerensche Waard en in de nevengeul Opijnen; beide gebieden in juni en in september. In onderstaande tabel staat in welke gebieden met welke methodiek vis is bemonsterd.

Tabel 3. Gebruikte methodieken voor visbemonstering in de Gamerensche Waard en in de nevengeul Opijnen voor de jaren 1998, 1999 en 2000.

Vistuijg	1998		1999		2000	
	Opijnen	Gameren	Opijnen	Gameren	Opijnen	Gameren
Kuil	x	x	x	x	x	x
Planktonnet			x	x	x	x
Zegen 100m		x		x		
Broedzegen	x	x	x	x	x	x
Driftnet 500micron			x			
Elektro DC, 5kW	x					

Vissen die te klein waren om in het veld te determineren zijn geconserveerd in 4% formaline en in het laboratorium gedetermineerd.



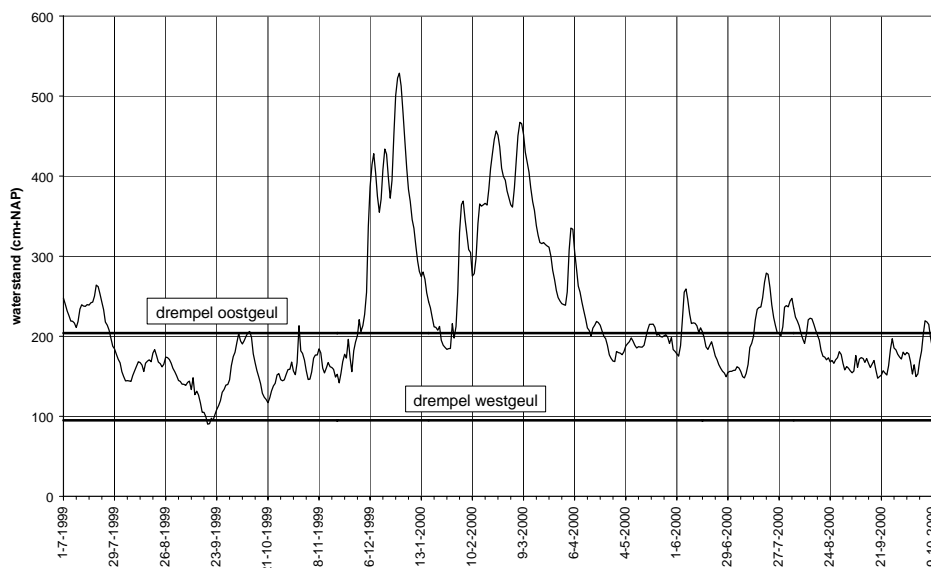


### 3 Morfologie en hydraulica

#### 3.1 Hydrologie geulen

##### Stroomvoerendheid

Het jaar juli 1999 - juni 2000 kan gekarakteriseerd worden als iets natter dan gemiddeld (Schropp *et al.*, 2001). Hoogwaters deden zich voor in december 1999 en februari/maart 2000 met afvoeren bij Lobith van respectievelijk 6600 m<sup>3</sup>/s en 5400 m<sup>3</sup>/s en waterstanden bij Gameren van 530 cm +NAP en 470 cm +NAP (figuur 2).



Figuur 2. De waterstanden bij Gameren (km 937) in de periode juli 1999 en oktober 2000.

Aannemende dat de drempelwaarde voor het meestromen van de geulen onveranderd is gebleven ten opzichte van voorgaande jaren, is de Westgeul nagenoeg het hele jaar stroomvoerend geweest (tabel 4). Dat de periode juli 1999 - juni 2000 hydrologisch in ligt tussen de twee voorgaande periodes, blijkt vooral uit het aantal dagen dat de Oostgeul mee heeft gestroomd: vaker dan in juli 1997 - juni 1998, maar minder vaak dan in juli 1998 - juni 1999. Beide periodieke geulen hebben aanzienlijk vaker meegestroomd dan de 100 respectievelijk 265 dagen waarop ze ontworpen zijn. Bij de Westgeul wordt dit deels veroorzaakt doordat voor de drempelwaarde van de afvoer (1150 m<sup>3</sup>/s bij Lobith) een lagere onderschrijdingsfrequentie hoort dan destijds is aangenomen. Met de reeks 1901-1990 als referentie zou de Westgeul gemiddeld 325 dagen per jaar meestromen.

Tabel 4. Stroomvoerendheid periodieke geulen.

geul	Drempelwaarde		Aantal dagen stroomvoerend		
	Waterstand Gameren (km 937) (cm +NAP)	Afvoer Lobith (m <sup>3</sup> /s)	juli 1997-juni 1998	juli 1998-juni 1999	juli 1999-juni 2000
Oostgeul (G100)	204	2.340	116	261	172
Westgeul (G265)	95	1.150	341	356	363

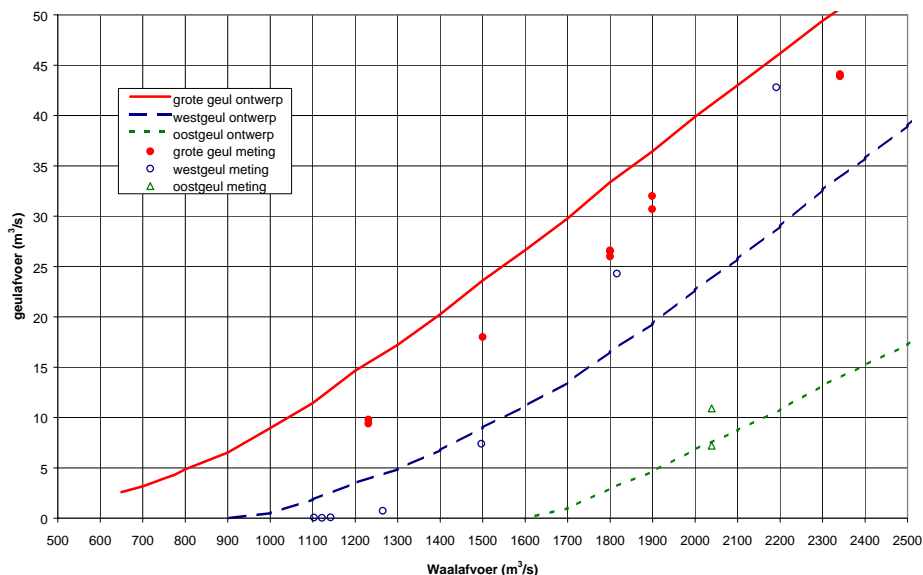
De Grote geul is in oktober 1999 gaan stromen, en zoals de codering G365 al aangeeft stroomt deze geul permanent mee. Bij de oplevering lag het hoogste punt in het lengteprofiel van de geul (ca. 0,00 m +NAP) ter hoogte van de brug halverwege de geul. Echter, op peilingen is te zien dat zich nabij het instroompunt van G365 een aanzandingsdrempel aan het ont-

wikkelen is. Op termijn kan dit het permanent stromende karakter van de geul in gevaar brengen (zie verder paragraaf 3.2).

De Waal bij Gameren staat onder invloed van het getij; deze is groter naarmate de waterstand lager is. De absolute invloed van het getij is echter zelden meer dan 10 cm (Schropp *et al.*, 2001).

### Afvoeren

In figuur 3 zijn alle tot nu toe uitgevoerde en verwerkte metingen uitgezet, tezamen met het ontwerpdebiet voor iedere geul. Er is te zien dat de afvoer door de Grote geul systematisch ca. 5 m<sup>3</sup>/s lager is dan de ontwerpafvoer. De Westgeul daarentegen trekt in het hoge bereik meer afvoer dan in het ontwerp voorzien, in het lage bereik iets minder. Voor de Oostgeul zijn pas twee metingen beschikbaar, zodat het nog te vroeg is concrete uitspraken te doen. Beide metingen liggen wel in de buurt van de ontwerpafvoer. De verklaringen voor het afwijken van de ontwerpafvoer moeten worden gezocht in de morfologische ontwikkeling van de geulen. Hier zal in paragraaf 3.2 op worden teruggekomen.

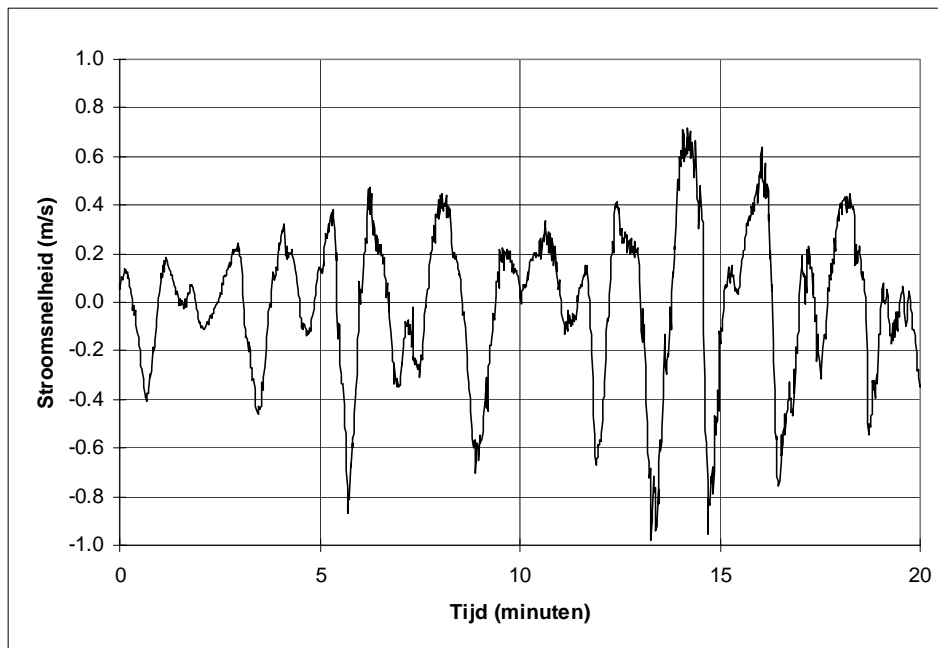


Figuur 3. Berekende en gemeten nevengeulafvoeren.

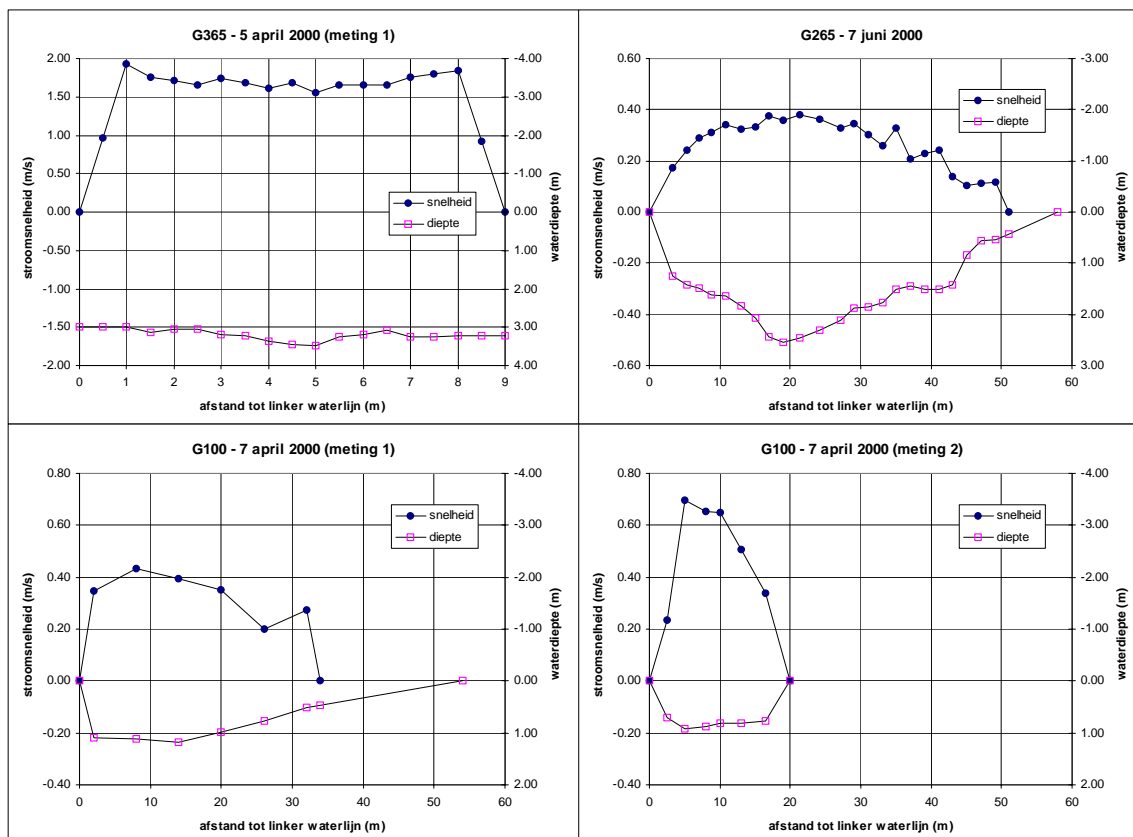
Translatiegolven van het scheepvaartverkeer op de Waal zorgen voor snelheidsfluctuaties in de nevengeulen (figuur 4). Hoe groter echter de afvoer door de geul, hoe kleiner de relatieve verstoring van de snelheid is. De scheepvaart stuwt en zuigt water in en uit de geulen, waardoor het normale afvoerpatroon continue verstoord is. Bij lage afvoeren betekent dit zelfs dat in de nevengeulen de stroomrichting regelmatig omdraait.

### Stroomsnelheden

De stroomsnelheidsmetingen ter bepaling van de afvoer geven ook een beeld van de snelheidsverdeling en het diepteverloop over het dwarsprofiel (figuur 5). Voor de metingen in de Grote geul levert dit een triviaal plaatje op, omdat het rechthoekige dwarsprofiel onder de brug waar vanaf gemeten wordt ook een zeer regelmatige verloop in diepte en stroomsnelheid te zien geeft. In de West- en Oostgeul is er wel enige variatie: hoe groter de diepte, hoe groter de (dieptegemiddelde) stroomsnelheid. De afvoer concentreert zich in de diepere delen van de geul.



Figuur 4. Bij lage rivierafvoer grote variatie in stroomsnelheid van het water door de nevengeulen als gevolg van translatiegolven van de scheepvaart. Meting Westgeul 29 september 1999; lokale waterstand  $\pm 130$  cm + NAP. N.B. In de grafiek betekent dat een verandering van stroomsnelheid van een positieve waarde in een negatieve waarde of andersom dat de stroomrichting van het water verandert. Zonder scheepvaart (en zonder getij) zou de stroomrichting altijd hetzelfde zijn en zou de snelheid slechts zeer geleidelijk toe- of afnemen (alleen in afhankelijkheid van de rivierafvoer).

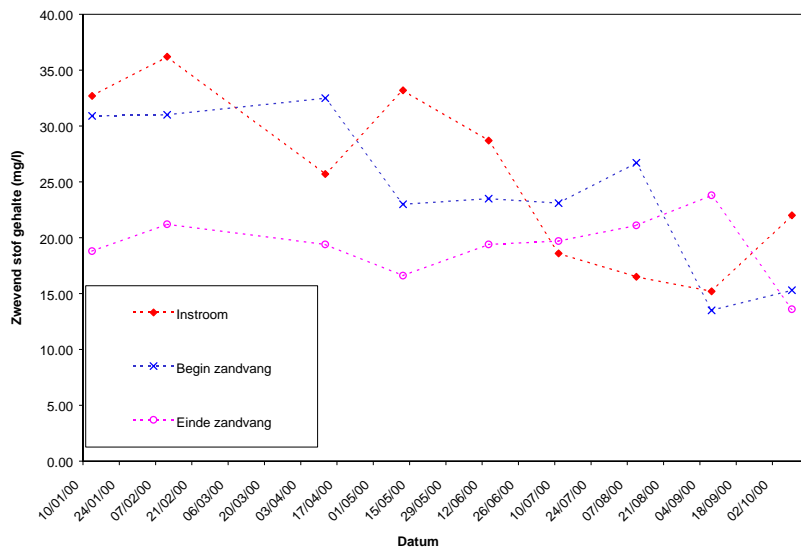


Figuur 5. Diepte- en stroomsnelheidsverloop over dwarsprofielen in de drie nevengeulen. Beide metingen in de Oostgeul op 7 april 2000 zijn in verschillende raaien uitgevoerd: meting 1 in een breed profiel met lage snelheden, meting 2 in een smal profiel met hoge snelheden.

## Zwevend stof

Uit een vergelijking van de zwevend stof gehalten bij de instroom van de nevengeul met die bij Lobith is gebleken dat de zwevend stofgehalten in de instroom van de geul overwegend hoger liggen dan die gemeten bij Lobith (zowel op de dag zelf als de dag ervoor). Dat is opvallend, omdat verwacht mag worden dat de zwevend stof concentraties in de hoofdstroom van de rivier niet wijzigen voor dit gedeelte van de Rijn/Waal. Wellicht dat hier toch een verschil in bemonsteringsmethodiek speelt. Sedimentatie zal enkel optreden tijdens hoogwater en ook van erosie is over het algemeen nauwelijks sprake. Dat betekent dus dat de bemonstering in de geul zelf, of de analyse van het droge stof in het lab in twijfel getrokken zou moeten worden. Wat daarbij aan de hand is, zal in het komende monitoringsjaar uitgezocht worden. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat in ieder geval de zwevend stof concentraties welke in de geul gemeten zijn ten opzichte van elkaar vergeleken kunnen worden.

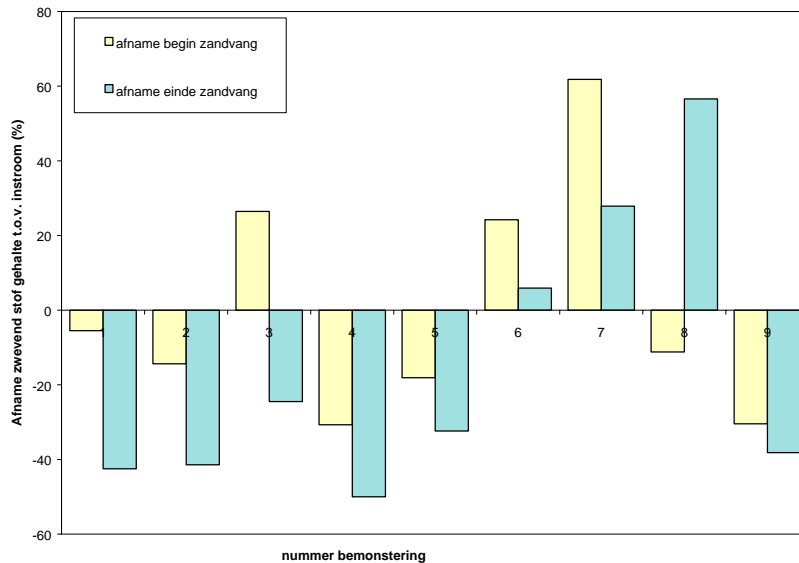
De zwevend stof gehalten in de geul zijn positief gecorreleerd met het door de Waal en door de geul stromende debiet. Dus een hoger debiet betekent een hoger zwevend stof gehalte. De daling van concentraties die in figuur 6 zichtbaar is, is dan ook het directe gevolg van een lager debiet in de zomerperiode. Verwacht wordt dat door sedimentatie de concentratie in de geul zal afnemen, zowel in het gedeelte voor als na de sedimentvang. In het begin van het jaar 2000 blijkt dit wel enigszins het geval, maar later in de zomer niet meer. Om een en ander verder te verduidelijken is in figuur 7 de procentuele afname in concentratie op de punten net voor en na de sedimentvang ten opzichte van de concentratie in de instroomopening uitgezet.



Figuur 6. Zwevend stof concentraties op drie locaties in de Grote geul in het verloop van 2000.

De figuur laat duidelijk zien dat sedimentatie optreedt tijdens de bemonsteringen in de maanden januari t/m juni, maar dat er in de maanden juli t/m september er stroomafwaarts in de geul hogere gehalten zwevend stof gemeten worden dan bij de instroomopening, hetgeen niet goed verklaarbaar is. De stroomsnelheden over het gehele traject zijn dermate laag dat er overall sedimentatie verwacht wordt. Pas bij stroomsnelheden boven de 0,30 m/s zal een deel van de suspensie niet meer uitzakken en boven de 0,40 à 0,50 m/s gaat erosie een rol spelen. Wel kan lokaal erosie optreden, doordat lokaal ook de stroomsnelheid hoger kan zijn (zie figuur 4). Gezien de vorm van de profielen is de verwachting dat dit op niet veel locaties het geval zal zijn, en dat sedimentatie tijdens lage afvoeren zal overheersen. Dat betekent dat de toename in zwevend stof gehalte in de maanden juli t/m september niet toegeschreven kan worden aan erosie van materiaal. Het zou kunnen zijn dat interne productie (bijv. algenbloei)

hier een rol speelt, maar waarschijnlijker is dat de wijze van bemonstering en/of analyseren voor verstoring heeft gezorgd. Het komende jaar zal verder uitgezocht worden hoe dit heeft kunnen optreden.



Figuur 7. Afname zwevend stof concentratie in de Grote geul ten opzichte van die bij de instroomopening. Het moet geconstateerd worden dat de dataset nog beperkt is en enkele onzekerheden kent. Op dit moment zijn er nog geen mogelijkheden om bijvoorbeeld een betrouwbare schatting te maken van de dikte van de afgezette sliblaag. Wanneer wel een duidelijk beeld ontstaat van het percentage afgevangen materiaal bij verschillende debieten kan een dergelijke berekening gemaakt worden. Een belangrijke vraag blijft daarbij weliswaar open: treedt er tijdens hoge afvoeren ook nog erosie op?

## 3.2 Morfologie geulen

### Periodieke geulen

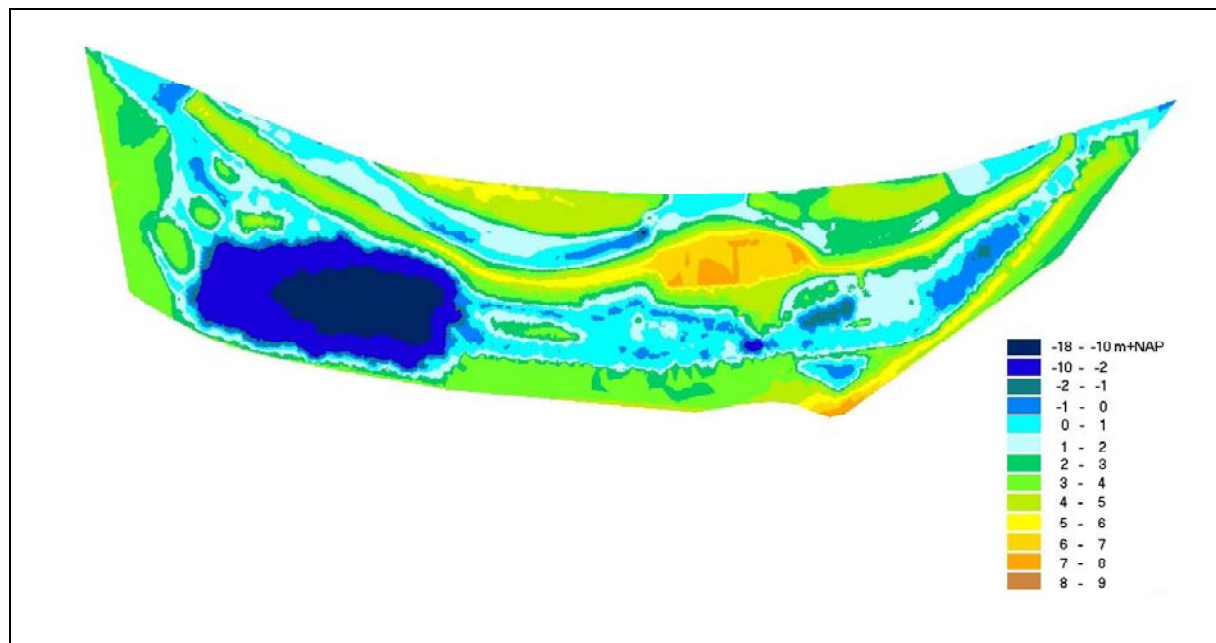
Om de vergelijkbaarheid te testen tussen de raaienmethode en de zogenaamde DTM-methode, is uit het DTM (okt-dec 1999) op de locaties waar voorheen in raaien werd gemeten de hoogteligging bepaald, en vergeleken met de laatste raaimeting van augustus 1999. Het blijkt dat er slechts een gering verschil is tussen beide methoden. De meerwaarde van het DTM is gelegen in het feit dat lokale morfologische veranderingen beter te volgen zijn, en dat volumeberekeningen van afgezet en geërodeerd materiaal beter uit te voeren zijn. Dergelijke berekeningen bevestigen dat beide periodieke geulen tussen december 1996 (vlak na aanleg) en najaar 1999 zijn aangezand. In de Oostgeul is netto zo'n 5.000 m<sup>3</sup> gesedimenteerd en in de Westgeul zo'n 11.000 m<sup>3</sup>. De in- en uitstroomgebieden van deze geulen zijn echter geërodeerd (gezamenlijk zo'n 8.000 m<sup>3</sup>), waardoor over beide geulen tezamen toch maar een netto sedimentatie van 0,05 m resteert (gemiddelde over de gehele geulen, inclusief in- en uitstroomgebieden). Overigens lijkt de snelheid van aanzanden geleidelijk terug te lopen; de jaren 1997, 1998 en 1999 gaven voor beide geulen tezamen een netto aanzanding van respectievelijk 8.000, 5.000 en 2.000 m<sup>3</sup>. Gerealiseerd dient te worden dat dit natuurlijk ook sterk afhankelijk is van het toevallige afvoerverloop van de Waal zelf.

De morfologische ontwikkeling van de geulen laat zich ook goed beoordelen aan de hand van luchtfoto's (bijlage 2). Op de foto's van de Oostgeul is goed te zien dat de oostpunt van het eiland is teruggeschreden tot de krib. Dit betekent dat, als de krib het houdt, de erosie hier in

de toekomst niet verder gaat. Aan de hand van de foto's is te berekenen dat het tussen 1997 en 2000 geërodeerde oppervlak aan de oostpunt ca. 770 m<sup>2</sup> bedraagt, en met een fronthoogte van ca. 2,40 m is hiermee een volume van ca. 1850 m<sup>3</sup> gemoeid. Op de foto's van de Westgeul is goed te zien dat het onregelmatige patroon van de oevererosie van de tweede helft van deze geul zijn oorzaak heeft in de voormalige toegangsgedul naar de zandwinplas. Deze geul is in 1995/1996 dichtgemaakt met materiaal dat kennelijk een grotere erosiebestendigheid (goed/hard aangestampt) heeft dan het oorspronkelijke bodemmateriaal, want op de locatie van deze toegangsgedul zijn de oevers nauwelijks geërodeerd en daarbuiten wel. Overigens wordt deze erosie voornamelijk veroorzaakt door de golven die door de passerende scheepvaart worden opgewekt. De stroming door de geul speelt hierbij nauwelijks een rol.

### Grote geul

Aangezien de hoogtemetingen/peilingen van eind 2000 nog niet geheel verwerkt zijn, dienen we ons hier nog te baseren op de metingen van december 1999 ( $\pm 2$  maanden na aantakking) (zie figuur 8), de luchtfoto van juni 2000 (Bijlage 1) en veldwaarnemingen. Op twee locaties is forse (oever)erosie opgetreden; rechteroever instroomopening (net benedenstrooms van het verdedigde deel) en linkeroever net benedenstrooms van brug/reguleringswerk. Verder is er een sterke verdieping in het midden van de bedding ontstaan vlak na de brug. Net benedenstrooms van de brug is de afstand tussen de waterlijn (bij normale waterstanden) en de voet van de dijk momenteel zo'n 50 meter. Na aanleg was dit zo'n 60 meter. Dit vereist wel aandacht de komende jaren, daar de kritische grens in verband met piping (die instabiliteit van de dijk tot gevolg heeft) hiermee dichterbij komt.



Figuur 8. Hoogtekaart van de gehele Gamerensche Waard, najaar 1999.

Ook de opening naar de voorheen geïsoleerde plas (iets bovenstrooms van de brug) wordt steeds groter. Door deze spontaan ontstane opening bevat de Grote geul nu in feite ook een niet stromend gedeelte die wel continue in contact staat met de geul en daarmee met de Waal zelf.

Volgens figuur ligt net benedenstrooms van de instroomopening van de Grote geul de bodem relatief hoog; plaatselijk ligt de gehele dwarsdoorsnede op zo'n 150-200 cm +NAP. Dit zou betekenen dat de bedding van de geul op deze locatie tijdens diverse (kortere) periodes in de zomer/najaar van 2000 boven water uit zou zijn gekomen (en dus zou de geul tijdelijk niet

meegestroomd hebben). Dit is echter door niemand geconstateerd, hetgeen aangeeft dat de bodem sinds december 1999 hier duidelijk lager is komen te liggen. Waarschijnlijk is het wel het gebied waar het eerste het permanent stromende karakter van de geul in gevaar kan komen.

### **3.3 Bodemkwaliteit geulen**

#### **Oostgeul**

De bemonstering in de Oostgeul heeft zich met name gericht op de zandafzetting in het midden van de geul en de kleiige/slibbige locaties benedenstrooms/ten zuiden daarvan. De resultaten van de bodemchemische analyses sluiten in principe goed aan bij hetgeen op basis van de samenstelling van de monsters en op basis van wat tijdens eerdere bemonsteringsrondes is vastgesteld, verwacht mocht worden: de zandige afzetting is relatief schoon (klasse-0 tot 2; PAK's) terwijl de beide slibbige/kleiige locaties tot op klasse-3 niveau verontreinigd zijn met organische microverontreinigingen als PCB's, hexachloorbenzeen en lindaan. Het MTR (maximaal toelaatbaar risico) wordt op deze laatste twee locaties duidelijk overschreden. In tegenstelling tot bij de eerdere bemonsteringen zijn tijdens deze bemonsteringsronde nergens zware metalen in klasse-4 gehalten aangetroffen.

#### **Westgeul**

Alleen in het oostelijk deel van de Westgeul zijn een aantal min of meer slib- of kleihoudende monsters verzameld. Op deze locaties worden PCB's en/of HCB tot op klasse-3 niveau aangetroffen en wordt het overeenkomstige MTR overschreden.

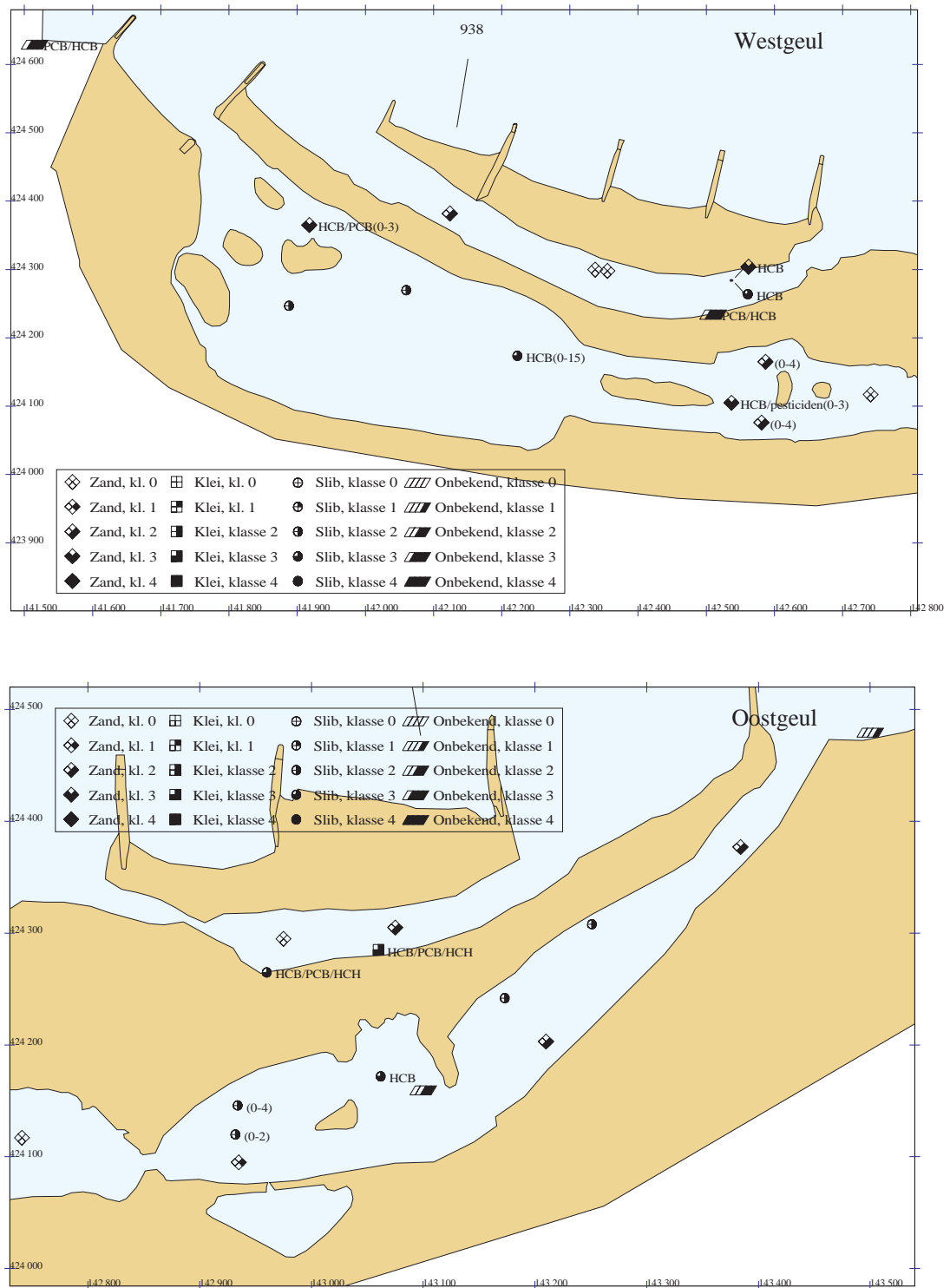
In het westelijk deel van deze geul zijn in 2000 met name zandige monsters verzameld. De verontreinigingsgraad bleek aanzienlijk lager dan tijdens de voorgaande bemonsteringen; blijkbaar ligt er nu schoner materiaal aan de oppervlakte. Tijdens eerdere bemonsteringen werden zelfs op een aantal zandige locaties sterk verhoogde gehalten aan metalen gevonden, hetgeen zich maar moeilijk liet verklaren. In die zin kan gesteld worden dat de huidige resultaten van de bodemchemische analyses beter in lijn zijn met hetgeen men op basis van de samenstelling zou verwachten.

#### **Grote geul**

In het oostelijk deel van de geul, dat voordien niet in open verbinding stond met de Waal lijkt sinds de aantakking plaatselijk sprake van sedimentatie van zand en/of slib: in de uitgangssituatie zoals vastgelegd in september 1998 werd in dit deel van de Grote geul op meerdere plaatsen een uit kleiig materiaal bestaande toplaag gevonden, terwijl tijdens de bemonsteringsronde van mei 2000 met name slibbige toplagen, of, in het geval van locaties gelegen in het midden van de stroomgeul, zandige toplagen werden aangetroffen (figuur 9). Grote veranderingen in de chemische kwaliteit van de toplaag zijn daarbij echter niet opgetreden: er wordt ook nu overwegend klasse-2 materiaal gevonden met plaatselijk een uitschieter naar beneden of boven (tot maximaal klasse-3). Hier en daar blijkt ook het MTR te worden overschreden.

In het westelijk deel van de Grote geul lijkt het beeld niet substantieel gewijzigd ten opzichte van de situatie voor aantakking: opnieuw wordt in de toplaag van de diepere meer westelijk gelegen locaties overwegend slibbig materiaal aangetroffen en is de toplaag in de nabijheid van de brug en langs de westelijke noordoever van de geul meer zandig van karakter. Ook wat betreft de kwaliteit blijft het beeld van de bemonsteringen in september 1998 en mei 1999 in stand: het merendeel van de locaties is van een klasse-2 kwaliteit, terwijl plaatselijk klasse-3 materiaal in de toplaag wordt gevonden. In de regel is voor deze klasse-3 locaties HCB, al dan niet in combinatie met andere organische microverontreinigingen, de klassebepalende

parameter. Op alle klasse-2 locaties blijft de verontreinigingsgraad beneden MTR-niveau terwijl dit niveau op alle klasse-3 locaties wordt overschreden.



Figuur 9. Chemie en textuur van de bodemonsters verzameld in de nevengeulen in de Gamerensche Waard in mei 2000.



### 3.4 Waal

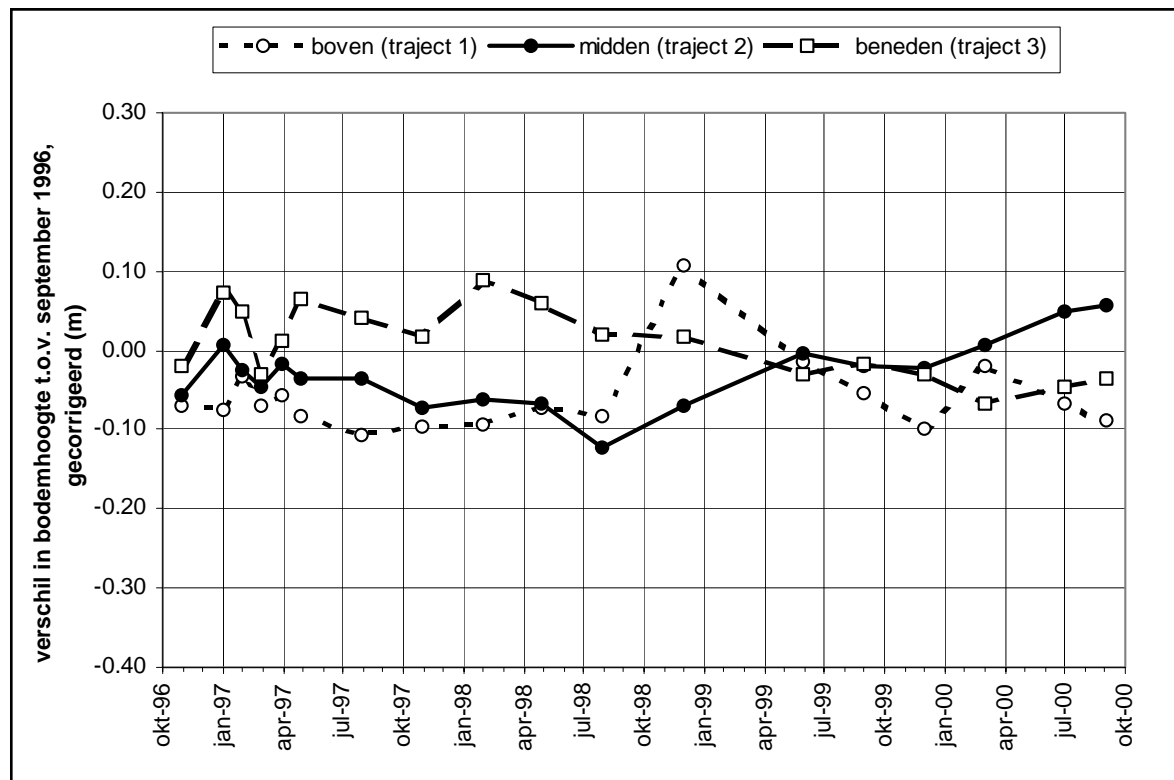
#### Hoogteligging zomerbed

Bij het analyseren van de peilingen wordt onderscheid gemaakt in drie deeltrajecten, te weten:

1. bovenstrooms van de Gamerensche Waard km 935.500 - 936.250,
2. ter hoogte van de Gamerensche Waard km 936.375-938.875,
3. benedenstrooms van de Gamerensche Waard km 939.000 - 940.875.

De hoogteligging van het zomerbed kan toenemen als gevolg van de aantakking van nevengeulen. De verwachting was, dat na aantakking van de nevengeulen de Waalbodem op deeltraject 2 in de orde van 0,20 m hoger zou komen te liggen. Op deeltraject 1 zou niets te zien moeten zijn, en op deeltraject 3 zou een verdieping kunnen optreden.

De metingen geven (na correctie voor de veranderde meetmethode) aan dat deeltraject 2 vanaf december 1999 een lichte trend tot aanzanding vertoont (figuur 10). Dit is echter niet met zekerheid te zeggen, omdat de verschillen nog steeds binnen de bandbreedte van de natuurlijke variatie vallen. De invloed van de aantakking van de Grote geul op de bodemligging van de Waal is niet ondubbelzinnig aan te tonen.



Figuur 10. Hoogteligging zomerbed Waal. N.B. Alleen het verschil ten opzichte van september 1996 is weergegeven. P.S. Deze figuur wijkt voor de oudere peilingen enigszins af van vergelijkbare figuren in eerdere rapportages. Bij nadere bestudering van de data bleek echter dat er nog een correctie op die data uitgevoerd diende te worden (Schropp *et al.*, 2001).

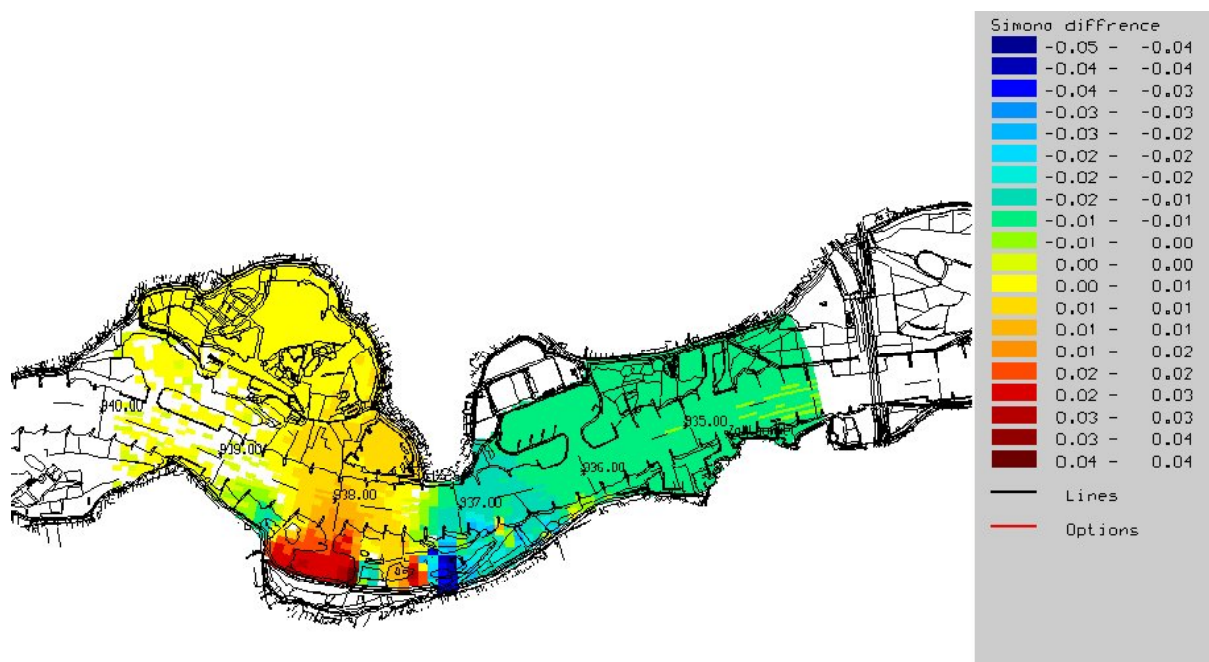
Eventueel baggerwerk zou het zicht kunnen ontnemen op de morfologische veranderingen die het gevolg zijn van de nevengeulen. De afgelopen jaren is er echter alleen ter hoogte van de instroomopening wat gebaggerd. De hoeveelheden waren echter dusdanig laag dat het niet terug te vinden is in de resultaten.

## Stromingspatronen in- en uitstroomopening

Nevengeulen kunnen van invloed zijn op de stromingspatronen in de Waal, met name in de omgeving van de in- en uitstroomopeningen. Deze veranderingen kunnen tot hinder voor de scheepvaart leiden. De Dienstkring Bovenrijn-Waal heeft het afgelopen jaar hier over echter geen klachten van schippers ontvangen, zodat aannemelijk is dat die eventuele hinder binnen het redelijke vallen.

## Maatgevende Hoogwaterstanden

Op basis van de ecotopenkaart 2000 en de bodemhoogtegegevens van 1999 zijn nieuwe berekeningen met betrekking tot de maatgevende Hoogwaterstanden uitgevoerd (van den Brink, 2001). Dit om de huidige situatie (2000) te vergelijken met die van 1995. Hierbij is de rest van de Waal als onveranderd beschouwd sinds 1995. De berekeningen (WAQUA; 2D) zijn uitgevoerd voor een Bovenrijn-afvoer van  $16.000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Daaruit blijkt dat de nieuwe situatie anno 2000 bij Zaltbommel hoogwaterstanden oplevert, die een kleine centimeter lager liggen dan in het geval van de terreinsituatie van 1995. Ter hoogte van de instroom van de nevengeulen blijkt dit verschil ongeveer 2 centimeter te zijn (figuur 11). Aan de bandijk nabij de voormalige zandwinput laten de berekeningen echter het tegenovergestelde zien; door lokale opstuwung hier zijn de waterstanden juist verhoogd ten opzichte van de 1995-situatie (met enkele centimeters).



Figuur 11. Verschil (in m) tussen de berekende waterstanden nabij de Gamerensche Waard voor de veldsituatie 1995 (geen nevengeulen) en die voor 2000 (drie nevengeulen) bij een maatgevende afvoer van  $16.000 \text{ m}^3/\text{s}$  bij Lobith.

Ter relativering dient opgemerkt te worden dat bij een vergelijking van de werkelijk gemeten waterstanden tijdens het hoogwater van januari/februari 1995 met de modelberekeningen, de verschillen tussen de metingen en de berekeningen groter zijn dan de verschillen tussen de twee modelberekeningen (veldsituatie 1995 en veldsituatie 2000) (van den Brink, 2001). De berekeningen die tijdens het ontwerp van de nevengeulen zijn gemaakt (Haskoning, 1996) gaven aan dat de herinrichting (aanleg nevengeulen en vegetatie-ontwikkeling na 20 jaar) zou leiden tot een MHW-**verhoging** van zo'n 1 cm in het zomerbed ter hoogte van Gameren en zo'n 3-5 cm nabij de bandijk. Bij deze berekening werd uitgegaan van ooibos op 20% van de

oppervlakte van de Gamerensche Waard. Aangezien dit momenteel pas  $\pm 5\%$  is, kan dit wellicht het (grote) verschil verklaren tussen de berekeningen uit 1996 en die van 2000. De komende tijd zal gekeken worden of er wellicht andere aannames in de berekeningen het verschil kunnen verklaren.



## 4 Ecotoxicologie

### 4.1 Inleiding

Afgelopen 3 jaar, 1998-2000, is op 15 locaties in de nevengeulen van Gamareren ecotoxicologisch onderzoek verricht. Doel van dit ecotoxicologische onderzoek is om te kijken of de toxische stoffen die aanwezig zijn in water en bodem een risico vormen voor aanwezige fauna, waardoor mogelijk gestelde ecologische doelen niet, of in mindere mate kunnen worden bereikt. Het risico voor toxische effecten wordt uiteraard bepaald door de aanwezige concentraties, maar ook door de biologisch beschikbare fractie van de toxische stoffen. Zo zijn stoffen die sterk gebonden zijn aan sediment over het algemeen minder beschikbaar voor organismen dan de fractie die in het poriewater opgelost zit. Verondersteld wordt dat aanleg van nevengeulen verhoogde toxische risico's met zich mee brengt. Historisch sterk verontreinigde plekken kunnen worden blootgelegd, door graafwerkzaamheden kan de mobiliteit en daarmee de biobeschikbaarheid van toxische stoffen in de sedimentlaag die wordt aangesneden worden verhoogd, en verandering van grondgebruik (bijv. terrestrisch wordt aquatisch) kan leiden tot verhoogde beschikbaarheid van stoffen (o.a. door verandering van pH).

Om deze vooronderstellingen te toetsen is op verschillende locaties in de Oostgeul, Westgeul en Grote geul sediment verzameld (tabel 5). In de Grote geul ook al voor de definitieve aantakking daarvan aan de Waal (oktober 1999). Dit sediment is chemisch geanalyseerd, gekarakteriseerd (korrelgrootte, organisch stof gehalte, etc.) en er zijn een aantal toxiciteitstesten (zgn. bioassays) mee uitgevoerd.

Tabel 5. Bemonsterde locaties in de Westgeul, Oostgeul, Strang (later opgenomen in de Grote geul) en de Grote geul (zie ook bijlage 1).

		1998	1999	2000
Westgeul	W5Z	X		
	W7M	X		
	W3Z	X		
	W4N	X		X
	W2N			X
Oostgeul	O31/2M	X		
	O5Z	X		X
	O32Z			X
Strang/ Grote geul	S1	X		
	S2	X		
	G6		X	
	G15		X	
	G19		X	
	G25		X	

In onderstaande integratie wordt met name ingegaan op de relatie tussen de chemie (de toxische stoffen) en de ecotoxicologie (de risico's en effecten).

Bekeken wordt:

- of er **acute en chronische effecten** in de bioassays zijn, en deze mogelijk te verklaren zijn aan de hand van de gemeten toxische stoffen (TU-analyse).
- of de biologische beschikbaarheid groter is voor bepaalde stoffen dan op basis van theoretische modellen te verwachten is (**biobeschikbaarheid**)
- of er een risico voor **doorvergiftiging** voor hogere organismen is

Het aantal waarnemingen is klein (in het oorspronkelijke plan zouden er nu ook soortgelijke gegevens van de Stifse Waard en Afferdensche en Deestsche Waarden zijn), waardoor het doen van ‘harde’ of zelfs statistisch onderbouwde uitspraken niet mogelijk is; er zijn echter wel richtingen aan te geven.

De relatie tussen de ecotoxicologische bevindingen en de ecologie zullen in een volgend jaarverslag uitgebreider aan de orde komen (2000/2001). Hierbij zullen de concentraties aan toxische stoffen en de bioassay-resultaten worden vergeleken met de bestandsopnamen van de macrofauna, om zo meer duidelijkheid te krijgen over de (mogelijke) effecten van de verontreinigingen op de macrofauna.

De kleine geulen zijn in 2 verschillende jaren bemonsterd (1998 en 2000), waarbij 2 locaties overeenstemden. Strang en Grote geul zijn nog slechts éénmalig bemonsterd.

## 4.2 Acute en chronische effecten

Met sediment uit het veld en het poriewater wat daar uit gehaald wordt, zijn met een aantal soorten organismen (bacterie, radardierte, kreeftje, watervlo en muggenlarf) toxiciteitstesten uitgevoerd. Hiermee kan bepaald worden of er acute (sterfte) of chronische (verminderde groei en reproductie, gedragsstoornissen, etc.) toxische effecten zijn.

Tabel 6. Gebruikte bioassays voor de nevengeulenmonsters. Aangegeven is of getest wordt op acute of chronische effecten en of er getest wordt met het poriewater of met het totale sediment.

	acuut	chronisch	poriewater	sediment
<b>BACTERIE</b> (microtox) <i>Vibrio fischeri</i>	+		+	
<b>RADARDIER</b> (Rotokit) <i>Brachionus calysdifer</i>	+		+	
<b>KREEFTJES</b> (Thamnotoxkit) <i>Thamnocephalus platyurus</i>	+		+	
<b>WATERVLO</b> <i>Daphnia magna</i>	+	+	+	
<b>MUGGENLARF</b> <i>Chironomus riparius</i>		+		+

De resultaten van de bioassays zijn weergegeven in tabel 7. Opmerkelijk is dat vooral in 1998 er diverse effecten gevonden zijn, in 1999 waren er alleen acute effecten voor het poriewater op de Thamnotox, terwijl in 2000 er geen effecten gevonden zijn. Met behulp van de Toxic Unit-concept (bijlage 3) wordt voor de microtox, watervlo en muggenlarf, inzicht verkregen in welke stofgroepen mogelijk verantwoordelijk zijn voor de gevonden effecten. Uit de TU-analyse blijkt dat met name PAK's, en in mindere mate zware metalen, een verklaring kunnen zijn voor gevonden effecten. In enkele gevallen zijn echter ook effecten gevonden terwijl dit niet vanuit de gehalten aan de gemeten toxische stoffen te verwachten viel. Dit houdt in dat óf de beschikbaarheid van de stoffen groter was dan verwacht, óf er zitten onbekende toxische stoffen in het monster. Omgekeerd kan niet beredeneerd worden dat, daar waar wél stoffen uit het Toxic Unit-concept naar voren komen maar er géén effecten waren (bijv. in 1999 en 2000), de beschikbaarheid van de stoffen geringer was; de rekenmethode is hiervoor niet geschikt.

Voorzichtig kan gesteld worden dat de effecten die in de bioassays zijn gevonden in 1998, direct na aanleg van de nevengeulen, mogelijk het gevolg zijn van een verstoorde situatie door de graafwerkzaamheden, waardoor de in het sediment aanwezige toxische stoffen ver-

hoogd beschikbaar waren. Dit lijkt echter een tijdelijk effect te zijn wat verdwenen is in 2000. Na de aanleg van de Grote geul (waarbij de werkzaamheden minder ingrijpend waren), lijkt dit effect niet te zijn opgetreden. Het aantal waarnemingen is echter te laag om een echt onderbouwde uitspraak te kunnen doen.

Tabel 7. Resultaten bioassays: geen tot weinig effect (-), matig effect ( $\pm$ ), ernstig effect (+), niet bepaald (blanco); \* indicatieve waarde (geen duidelijke dosis effect relatie). Verontreinigingsklasse volgens Evaluatienota Water (ENW; meer info zie bijlage 3). Biobeschikbaarheid: alle genoemde stoffen werden 'verhoogd' aangetroffen dan op basis van de BSAF biota-sedimentaccumulatie-factor werd verwacht; **vetgedrukte stoffen** waren 'sterk verhoogd' (> dan factor 10 hoger). Doorvergiftiging: alle vermelde stoffen vormen een verhoogd risico voor doorvergiftiging (1-10x MTR-waarde), de **vetgedrukte stoffen** een 'sterk verhoogd' risico (> 10x overschrijding MTR-waarde). (criteria zie AquaSense, 1998, 1999, 2000). mHg=methyl Kwik, PCB\* = PCB153 als gidsstof voor PCB's met dioxineachtige werking.

locatie	jaar	sediment-karakterisering	V. fischeri	Thamnotox	Rotox	C. riparius	D. magna	Klasse ENW	biobeschikbaarheid	doorvergiftiging
W5Z	98	slib	-			$\pm$	+	3		
W7M	98	zand	-			-	-*	2		
O3½M	98	slibbig zand	-			$\pm$	-*	3		
S1	98	slib	$\pm$			-	$\pm$ *			
S2	98	zandig slib	-			+	-	2		
W3Z	98	slib	-			-	-	0	<b>Pb,Cr</b>	Cd,mHg,PCB*
W3N	98	zand	-			-	$\pm$	4	<b>Pb,Hg</b>	Cd,mHg,PCB*
W4N	98	slibbig zand	$\pm$			-	+	2	<b>Pb,Cd,Cr,Hg</b>	<b>Cd,Hg,mHg,PCB*</b>
O5Z	98	slibbig zand	$\pm$			$\pm$	$\pm$ *	3	<b>Pb,Cd,Cr,Hg</b>	<b>PCB*,Cd,Hg,mHg</b>
G6	99	slib	-	$\pm$ *	-	-	-	3	<b>Pb</b>	<b>PCB*</b>
G15	99	slib	-	$\pm$	-	-	-	2	<b>Pb,Zn,PAK,PCB</b>	PCB*
G19	99	slib	-	$\pm$ *	$\pm$ *	-	-	3	<b>Pb,Cr,PCB</b>	PCB*
G25	99	zandig slib	-	$\pm$	-	-	-	3	<b>Pb,PCB</b>	PCB*, DDD
W2N	00	slibbig zand	-			-	-	2	<b>Cd,Hg,Pb,Cr,HCB,PCB</b>	<b>Cd,Hg,mHg,PCB*</b>
W4N	00	grof zand	-			-	-	0*	<b>Hg,Pb,Zn</b>	<b>Cd,Hg,mHg,PCB*</b>
O5Z	00	zandig slib	-			-	-	3	<b>Pb,Cd,Hg,Cr,DDE,DDD,PCB</b>	Cd,Hg,mHg,PCB*
032Z	00	slib	-			-	-	3	<b>Pb,Cd,Hg,Cr,DDE,PCB</b>	<b>Cd,mHg,PCB*</b>

### 4.3 Biobeschikbaarheid

Wormen (tubifex), verkregen via de aquariumhandel, worden op het sediment uit het veld gezet om te bepalen in hoeverre stoffen accumuleren en verhoogd beschikbaar zijn. Dit laatste wordt bepaald door te kijken of er in de wormen, na vier weken, meer van een bepaalde stof zit, dan je op grond van een verdelingstheorie voor biota en sediment, uitgedrukt in de biota-sedimentaccumulatiefactor (BSAF) zou verwachten. Lood (Pb) en chroom (Cr) zijn veelal verhoogd aangetroffen (tabel 7); de theoretische waarden waarop dit gebaseerd is worden echter in twijfel getrokken (maar er zijn vooralsnog geen betere). De belangrijkste stoffen - in verband met hun vermeende toxiciteit - die verhoogd beschikbaar zijn aangetroffen zijn cadmium (Cd) en kwik (Hg). Dat PAK's vrijwel ontbreken duidt op een geringe beschikbaarheid. Bij recent afgezet materiaal zou juist wel verhoogd beschikbare PAK's verwacht worden. Het is dus opmerkelijk dat ondanks dat stoffen ook in 1999 en 2000 verhoogd beschikbaar waren en in redelijke concentraties aanwezig, er nauwelijks effecten in de bioassays waren.

#### **4.4 Doorvergiftigingsrisico**

De gemeten gehalten toxische stoffen in de wormen uit de bioaccumulatie testen zijn vergeleken met de MTRs (Maximaal Toelaatbare Risico niveaus) voor organismen, voor zoverre bekend. Dit geeft zicht op de risico's voor predatoren als vissen en vogels die deze wormen eten. Bij alle wormenmonsters zijn stoffen gevonden die voor een risico op doorvergiftiging zorgen (tabel 7). Met name cadmium (Cd), methyl-Kwik en PCB springen er sterk uit. Bij de Grote geul zorgt ook kwik voor risico's.

#### **4.5 Locaties met een verhoogd risico**

Door van locaties de historie te bekijken van voor en na aanleg van de geul, en de recente ontwikkelingen, is het mogelijk aan te geven of er sprake is van een verhoogd risico voor de betreffende locaties. Een verhoogd risico kan ontstaan door verhoogde mobiliteit van toxische stoffen, bijvoorbeeld door graafwerkzaamheden, een terrestrische bodem die aquatisch wordt of een gebied dat af en toe droogvalt.

In bijlage 4 zijn de historische en recente situatie van de locaties aangegeven. Bijlage 5 geeft per locatie aan of er sprake is van een risico-volle locatie. Vervolgens zijn voor deze locaties specifiek de resultaten uit de bioassay tests bekeken. Hieruit blijkt dat, als je alleen kijkt naar de locaties waar sprake is van een verhoogd risico door mobiliteit en beschikbaarheid van de toxische stoffen, de graafwerkzaamheden door het aansnijden van verontreinigde sedimenten leiden tot effecten, maar dat deze effecten slechts tijdelijk zijn en na verloop van tijd (hoogstens 2 jaar) verdwijnen.

Voor de locaties die af en toe droogvallen komen uit de bioassay testen geen aanwijzingen dat, bij de huidige verontreinigingsgraad, er een verhoogd risico is voor toxische stoffen.

#### **4.6 Discussie gebruikte methodes**

Een algemeen probleem bij de interpretatie van de biobeschikbaarheid, de doorvergiftiging en de 'risico-locaties' is, dat ten behoeve van de toxiciteitstesten het sediment een behandeling ondergaat (mengen, centrifugeren, etc.), wat al invloed heeft op de beschikbaarheid van toxische stoffen. Omdat dit voor alle monsters gelijk is, is een onderlinge vergelijking wel mogelijk; voor de absolute uitspraken die wij hier doen is dit echter discutabel. Een manier om dit probleem te ondervangen is door organismen uit het veld te verzamelen en de interne concentratie te meten. Je weet hierdoor aan welke concentratie de organismen zelf bloot gesteld zijn en waaraan predatoren bloot gesteld worden. Een probleem is echter dat de beesten over een groter gebied verzameld moeten worden, zodat de relatie tussen stoffen in sediment en organismen weer onduidelijker worden. Een andere mogelijkheid is om met geavanceerde methoden (SEM-AVS, TENAX-extractie), het poriewater van veldsediment te meten en dit te vergelijken met poriewater in het testsediment, om zo de betrouwbaarheid beter te kunnen bepalen.

#### **4.7 Voorlopige conclusies en aanbevelingen**

##### **Conclusies**

- Graafwerkzaamheden, waarbij verontreinigde lagen worden aangesneden, leiden tot een verhoogd risico op toxische effecten, met name door PAK's en in mindere mate door zware metalen.
- De effecten door de graafwerkzaamheden lijken van tijdelijke aard te zijn (hoogstens 2 jaar).



- Er is geen verhoogd risico waargenomen door wisselende waterstand waardoor een locatie van nat naar droog gaat en vice versa.
- In het algemeen lijken de beschikbare concentraties toxische stoffen in het sediment in de Grote geul dusdanig laag te zijn dat er nauwelijks directe (acute noch chronische) effecten zijn.
- Voor alle locaties in zowel 1998, 1999 als 2000 werden verhoogde of ernstige risico's voor doorvergiftiging naar toppredatoren (vissen, vogels) vastgesteld. Dit betrof zowel de risico's van doorvergiftiging van cadmium en (methyl)kwik als PCB (als gidsstof voor stoffen met een dioxine-achtige werking). Voor deze risico's lijken er weinig verschillen tussen de jaren op te treden.

### **Aanbevelingen**

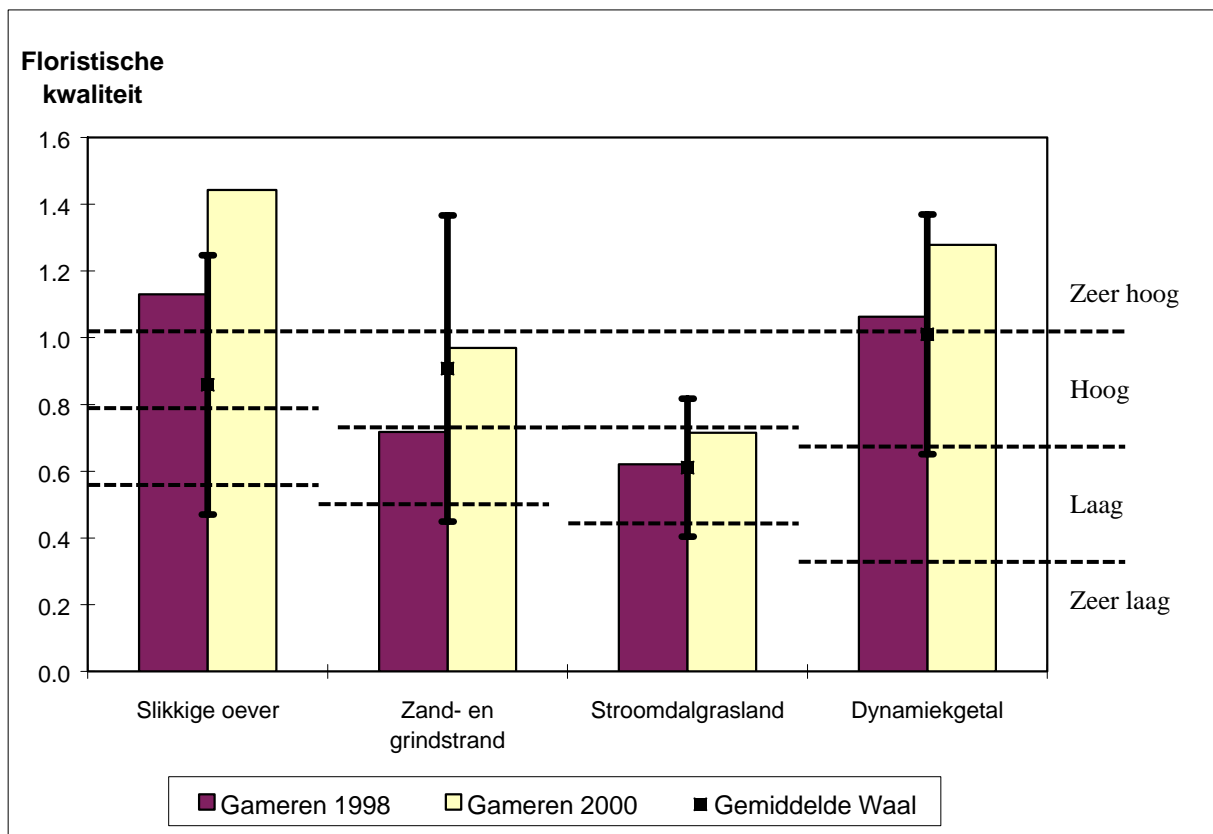
- Toxiciteitstoetsen uitvoeren op dezelfde locaties in de Grote geul als in 1999; de geul was toen nog stagnant maar stroomt thans mee.
- Concentraties van toxische stoffen bepalen in organismen uit het veld.
- Poriewater metingen (veld, testsediment en -poriewater) met geavanceerde technieken.
- Specifieke aandacht voor sterk vervuilde locaties waar sprake is van waterstandsdynamiek (nat<>droog).
- Voor het bepalen van effecten op organismen met name locaties selecteren die eroderen (met het risico dat er vervuilde onderlagen bloot komen).
- Aandacht voor doorvergiftigingsrisico.



## 5 Ecologie

### 5.1 Flora

Net als in 1998 is in 2000 de gehele Gamerensche Waard geïnventariseerd op voorkomende plantensoorten (Odé & Beringen, 2000a). Dit is gebeurd met als basis de standaard MWTL-methodiek, die inhoudt dat per km-hok (gebied van 1 bij 1 km) gekeken wordt welke plantensoorten er voor komen. Van de minder algemene en karakteristieke soorten wordt voorts ook de abundantie (mate van voorkomen) opgenomen. Als aanvulling op deze MWTL-methodiek is verder onderscheid gemaakt tussen binnen en buiten de nevengeulen. Hierbij worden de nevengeulen en de directe oevers gerekend tot binnen de nevengeulen en de rest als buiten de nevengeulen. De resultaten van de Gamerensche Waard 2000 kunnen zowel met die van 1998 vergeleken worden als ook met die van de rest van de Waal (1998/1999; Odé & Beringen, 2000b). De MWTL-methodiek voorziet er in dat er op basis van de aangetroffen plantensoorten (en hun abundanties) er een floristische kwaliteit berekend kan worden. Deze floristische kwaliteit geeft per ecotoop/ecosysteemtype een maat aan waarin het type compleet is. Des te meer (en in des te grotere aantallen) de karakteristieke soorten van het type aanwezig zijn, des te hoger de floristische kwaliteit van dat type is. Voor nevengeulen zijn met name de ecosysteemtypen “Water”, “Slikkige oever” en “Zand- en grindstrand” van belang.



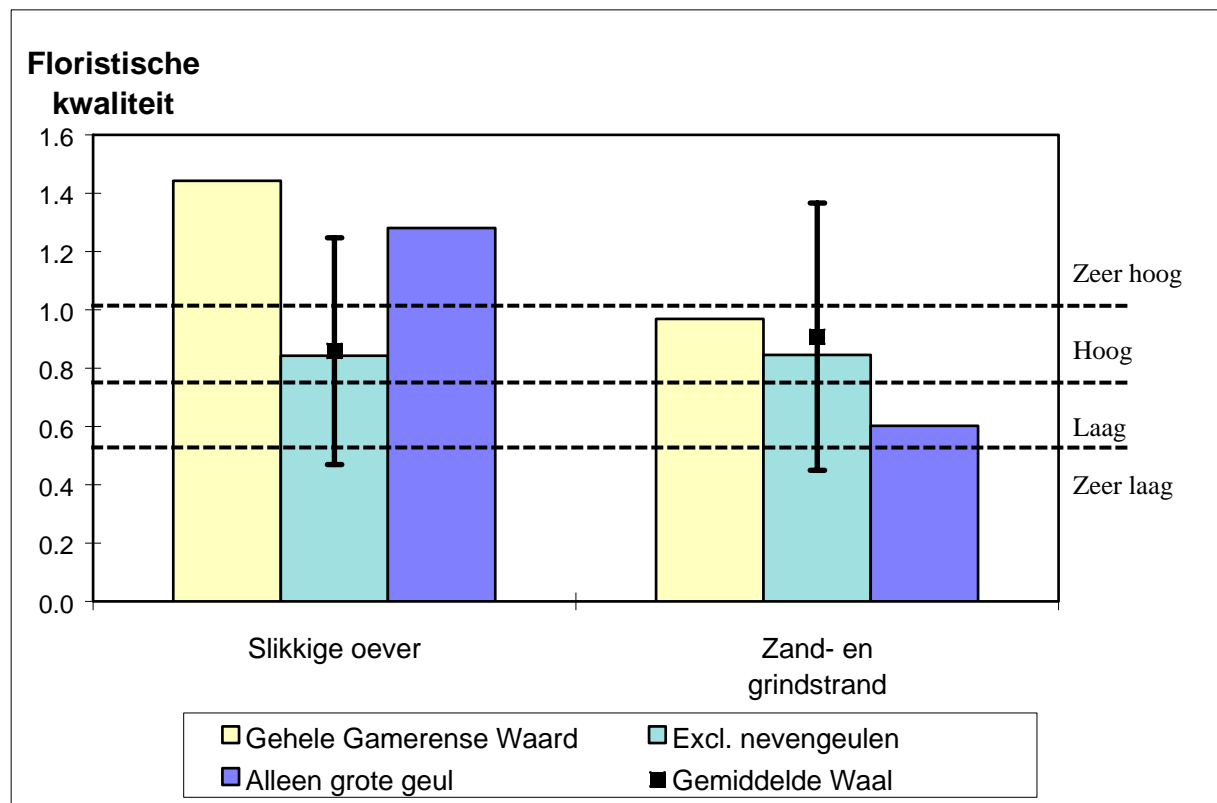
Figuur 12. De floristische kwaliteit van de ecosysteemtypen “Slikkige oever”, “Zand- en grindstrand” en “Stroomdalgrasland” en het “Dynamiekgetal” voor zowel de Gamerensche Waard (1998 en 2000) als voor de Waal (gemiddelde en + en - 1 keer de standaardafwijking van 31 “natuur” km-hokken; 1998/1999; Odé & Beringen, 2000b). N.B. De getallen zijn omgerekend naar een relatieve floristische kwaliteit (gedeeld door de hoogste drempelwaarde) om de verschillende ecosysteemtypen onderling vergelijkbaar te maken.

Uit de resultaten (figuur 12) blijkt dat de floristische kwaliteit van het ecosysteemtype “Slikkige oever” hoog is (duidelijk hoger dan het gemiddelde van de Waal). Ook het ecosysteemtype “Zand- en grindstrand” scoort hoog; dit ligt echter duidelijk binnen de variatie van de rest van de Waal.

Tabel 8. De floristische kwaliteit van de nevengeulen voor enkele relevante ecosysteemtypen. N.B. De getallen zijn omgerekend naar een relatieve floristische kwaliteit (gedeeld door de hoogste drempelwaarde) om de verschillende ecosysteemtypen onderling vergelijkbaar te maken.

	Ecosysteemtype/Ecotoop			
	Jaar	Water	Slikkige oever	Zand- en grindstrand
Gehele Gamerensche Waard	1998	0.5	1.1	0.7
	2000	0.2	1.4	1.0
Periodieke geulen	1998	0.0	0.7	0.5
	2000	0.1	0.7	0.5
Grote geul	2000	0.0	1.3	0.6

Opvallend is de zeer lage score voor het ecosysteemtype “Water” (tabel 8). In de geulen van de Gamerensche Waard zijn in 2000 dan ook vrijwel geen waterplanten aangetroffen. Alleen in de poeltjes in de Oostgeul, die na het zakken van de waterstanden overblijven, zijn echte (drijvende) waterplanten aangetroffen (Sterrenkroos en Zittende zannichellia). In deze poeltjes, maar ook elders in de geulen zijn wel water/oeverplanten zoals Zwanenbloem, Pijlkruid en Veenwortel aangetroffen.



Figuur 13. De floristische kwaliteit van de ecosysteemtypen “Slikkige oever” en “Zand- en grindstrand” voor zowel de Gamerensche Waard (2000) als voor de Waal (gemiddelde en + en - 1 keer de standaardafwijking van 31 “natuur” km-hokken; 1998/1999; Odé & Beringen, 2000b). Er is onderscheid gemaakt in: “De gehele Gamerensche Waard”, “Alleen de Grote geul” en “Gamerensche Waard exclusief alle nevengeulen”. N.B. De getallen zijn omgerekend naar een relatieve floristische kwaliteit (gedeeld door de hoogste drempelwaarde) om de verschillende ecosysteemtypen onderling vergelijkbaar te maken.

In figuur 13 is goed te zien dat de vrij hoge score voor het ecosysteemtype “Zand- en grindstrand” in de Gamerensche Waard niet veroorzaakt wordt door de aanwezigheid van de nevengeulen. Dit illustreert goed dat het voor de interpretatie van de resultaten essentieel is om niet alleen op km-hok basis informatie te verzamelen, maar ook om tijdens het veldwerk onderscheid te maken tussen binnen en buiten de nevengeulen.

De ecosysteemtypen Zand- en grindstrand en Stroomdalgrasland zijn in de Gamerensche Waard weliswaar matig tot goed ontwikkeld, maar de plantensoorten hiervan bevinden zich voor het overgrote deel buiten de directe invloedssfeer van de nevengeulen. Voor het Stroomdalgrasland is het op zich opmerkelijk dat die zo goed scoort gezien de werkzaamheden in 1999 op en aan de zomerkades waar deze stroomdalflora voorkomt.

Tabel 9. Karakteristieke soorten van het ecosysteemtype “Slikkige oevers”. Het weergegeven percentage is het percentage van de geïnventariseerde km-hokken langs de Waal waarin de soort in 1998/1999 is aangetroffen (bron: Odé & Beringen, 2000b).

Gamerensche Waard 2000		Niet in Gamerensche Waard 2000; wel elders langs de Waal		Nergens in de 31 geïnventariseerde km-hokken langs de Waal	
Beekpunge	(23 %)	Bruin cypergras	(3 %)	Borstelbies	(0 %)
Blaartrekkende boterbloem	(65 %)	Riviertandzaad	(10 %)	Getand vlotgras	(0 %)
Blaauwe waterereprijs	(32 %)	Stomp vlotgras	(3 %)	Rijstgras	(0 %)
Goudzuring	(87 %)			Slanke waterkers	(0 %)
Klein vlooiekruid	(87 %)			Witte waterkers	(0 %)
Kleine majer	(48 %)				
Knikkend tandzaad	(42 %)				
Liggende ganzerik	(81 %)				
Moeraszuring	(42 %)				
Naaldwaterbies	(48 %)				
Rechte alsem	(32 %)				
Rode waterereprijs	(87 %)				
Rosse vossenstaart	(13 %)				
Slijkgroen	(65 %)				

In de Gamerensche Waard zijn per km-hok gemiddeld 12 van deze karakteristieke soorten van slikkige oevers aanwezig (55%) terwijl dit elders langs de Waal gemiddeld slechts 8 is (35%). De flora van de (slikkige) oevers van de nevengeulen in de Gamerensche Waard is dus als zeer goed ontwikkeld te bestempelen en deze is zelfs nog verbeterd ten opzichte van 1998. Die oevers zijn echter niet zo zeer bijzonder vanwege bijzondere/zeldzame soorten, maar meer vanwege de compleetheid van de vegetaties; uitzonderlijk veel van de karakteristieke soorten zijn (in een groot aantal individuen) aanwezig. Bovenstaande conclusies kunnen getrokken worden, ondanks dat twee vrij zeldzame karakteristieke soorten van slikkige oevers, te weten Bruin cypergras en Stomp vlotgras, in 1998 wel, maar in 2000 niet in de Gamerensche Waard zijn aangetroffen.

In 2000 is het dynamiekgetal (afgeleid uit de floristische samenstelling) voor de Gamerensche Waard als geheel zeer hoog; ook duidelijk hoger dan in 1998 (respectievelijk 48 en 41). Dit floristische dynamiekgetal blijkt echter buiten de nevengeulen minstens zo hoog te zijn als binnen de nevengeulen. Dit blijkt te komen omdat dit dynamiekgetal gebaseerd is op zowel ‘natte’ als ‘droge’ pioniers. De ‘natte’ soorten komen massaal langs de geulen voor, maar de ‘droge’ soorten blijken met name op de kribvakstrandjes voor te komen.

Blijkbaar bieden de nevengeulen in de Gamerensche Waard volop geschikt gebied voor pionierplanten van vochtige oevers. In andere natuurontwikkelingsgebieden is dat vaak alleen kort na aanleg het geval. Daar de inrichtingswerkzaamheden in de Gamerensche Waard in feite pas recentelijk zijn afgerond is nu nog niet hard aan te geven of dit geschikte biotoop van pionierplanten in de loop der jaren minder zal worden of dat het continu aanwezig zal zijn als gevolg van de hydro- en morfodynamiek van de nevengeulen. De verwachting is dit laatste, maar een herhalingsinventarisatie over enkele jaren kan dit pas goed aan het licht brengen.

## 5.2 Vegetatie

### Doel

In 2000 is een ecotoop- en een struweelkartering uitgevoerd van de gehele Gamerensche Waard (Kers *et al.*, 2000). De doelstelling van de ecotoopkartering was tweeledig:

- Vastleggen van het ruimtelijke patroon van de vegetatiestructuur om zo de gevolgen voor de Maatgevende Hoogwaterstanden te bepalen. Hiermee kan beoordeeld worden of de vergroting van de ruimte voor de rivier door de aanleg van de nevengeulen eventueel teniet is gedaan door de ontwikkeling van de vegetatie in het gebied.
- Vastleggen van de ruimtelijke verdeling van de habitats in het gebied om zo de potenties voor diverse levensgemeenschappen en soorten in te kunnen schatten.

Daarnaast is in 2000 ook een kartering van het bos en struweel uitgevoerd. Dit met als doel om een beeld te krijgen van de huidige verspreiding van alle voorkomende houtige soorten in de Gamerensche Waard en waar zich in de toekomst bos of struweel gaat ontwikkelen. Dit alles om te beoordelen hoe snel de (oevers van de) nevengeulen dicht groeien met bomen en struiken (zowel rivierkundig als ecologisch belangrijke informatie).

### Methodiek

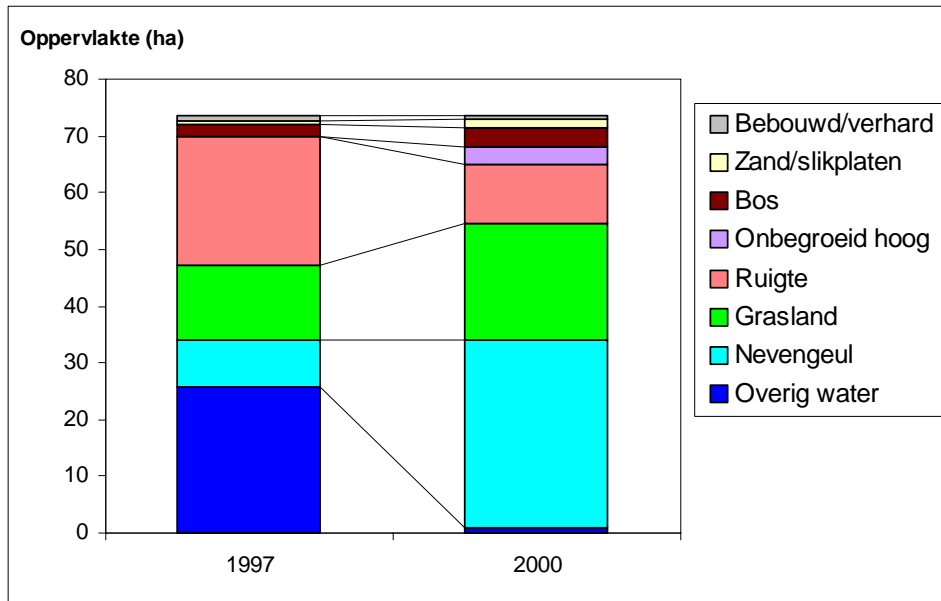
Voor de ecotoopkartering is zoveel mogelijk aangesloten bij de kartering van 1997 (Jansen & Backx, 1998). Toen zijn met behulp van luchtfoto's voor alle uiterwaarden van de Rijntakken ecotoopkaarten gemaakt. Ook in 2000 is gebruik gemaakt van luchtfoto's (false-colour; 1:5.000). Voor de luchtfoto-interpretatie zijn de interpretatie-sleutels van 1997 gehanteerd. Voor meer gedetailleerdere informatie omtrent de gevolgde methodiek wordt verwezen naar Kers *et al.* (2000) en het Rijntakken-oost rapport (Jansen & Backx, 1998). De bos/struweelkartering is gemaakt door een combinatie van foto-interpretatie en veldwerk. Alle bosjes en individueel groeiende bomen/struiken zijn op kaart aangetekend en gedetermineerd.

### Resultaten

In bijlage 6 is de ecotoopkaart weergegeven. De ruigte die in 1997 op vrij grote schaal voorkwam is onder invloed van de begrazing in 2000 minder geworden (figuur 14). Het grasland heeft zich daardoor uitgebreid. Er is ook een lichte toename van het areaal bos en struweel waar te nemen.

De verspreidingskaart van bomen en struiken is in bijlage 7 opgenomen. De verspreiding van deze houtigen is op een prima manier vastgelegd, zodat zelfs de ontwikkeling van individuele bomen en struiken gevolgd kan worden. Door een herhaling over enkele jaren kan uitgeplozen worden hoe de combinatie van begrazing door vee en de morfo- en hydrodynamiek van de geulen van invloed is op de ontwikkeling van de houtigen.

Overigens geven de resultaten van 2000 aan dat vrijwel alle bosjes/struwelen uit wilgen (met name Schietwilg) bestaan. Alleen de bomen nabij het voormalige woonhuis zijn Canadapopulieren.

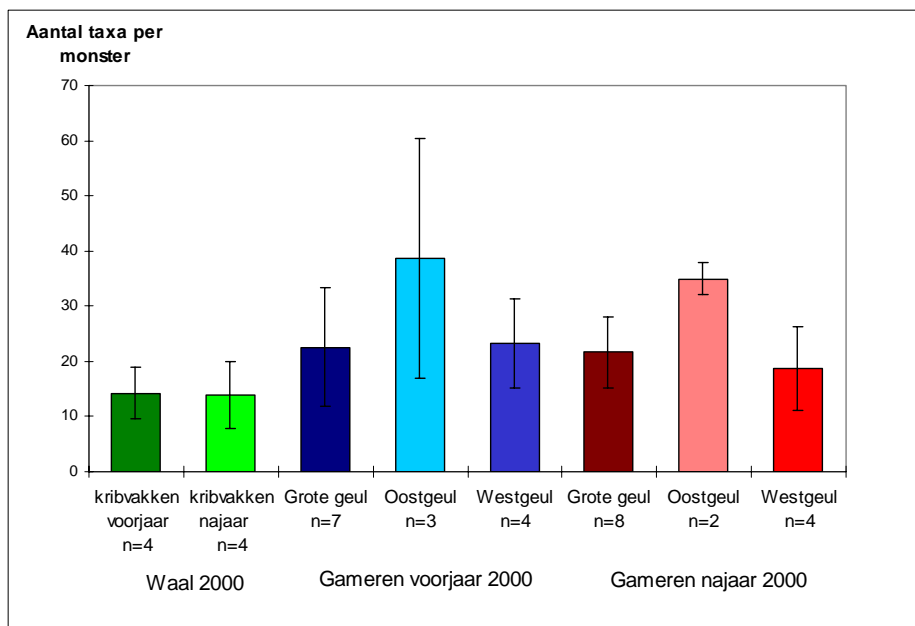


Figuur 14. Oppervlaktes van de diverse ecotopen in de Gamerensche Waard voor 1997 en 2000. Bron: Jansen & Backx (1998) en Kers *et al.* (2000).

### 5.3 Macrofauna

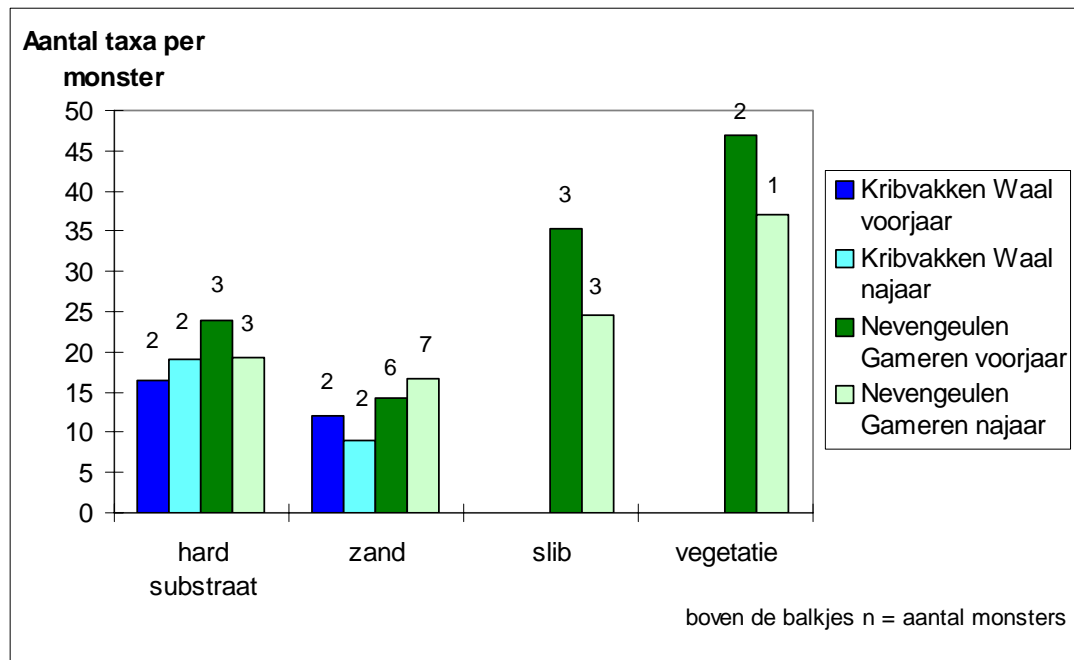
#### Diversiteit

Om een beeld te krijgen van de soortenrijkdom van de verschillende nevengeulen ten opzichte van elkaar en in relatie tot de Waal is per bemonsteringslocatie het aantal taxa uitgerekend volgens Greijdenus-Klaas (1997a). De resultaten tonen voor de geulen een iets grotere diversiteit per monster dan voor het zomerbed (figuur 15). De hoge standaarddeviaties in figuur 15 worden veroorzaakt omdat de verschillende typen substraat zijn samengepakt; aangezien de sliblocaties een veel grotere soortenrijkdom te zien geven dan zand- of hard substraatlocaties (figuur 16) is de standaarddeviatie per geul groot.



Figuur 15. Gemiddeld aantal taxa (en standaarddeviatie) per bemonsteringslocatie voor de drie nevengeulen in de Gamerensche Waard in vergelijking met de Waal. Data voor de Waal afkomstig van gelijktijdig met de nevengeulen bemonsterde locaties in kribvakken direct bovenstrooms en benedenstrooms van de Gamerensche Waard.

De Oostgeul blijkt de grootste soortenrijkdom te vertonen. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de soortenrijke slibmonsters uit deze geul en de grote variëteit aan habitats en watterdieptes. De Oostgeul is tijdens de bemonsteringsperiode (mei) vaak een complex van wel stromend en niet stromend water. Bovendien is de Oostgeul de enige nevengeul in de Gamerensche Waard waar soms water/oevervegetatie aanwezig is (veelal in de niet meer stromende gedeelten).



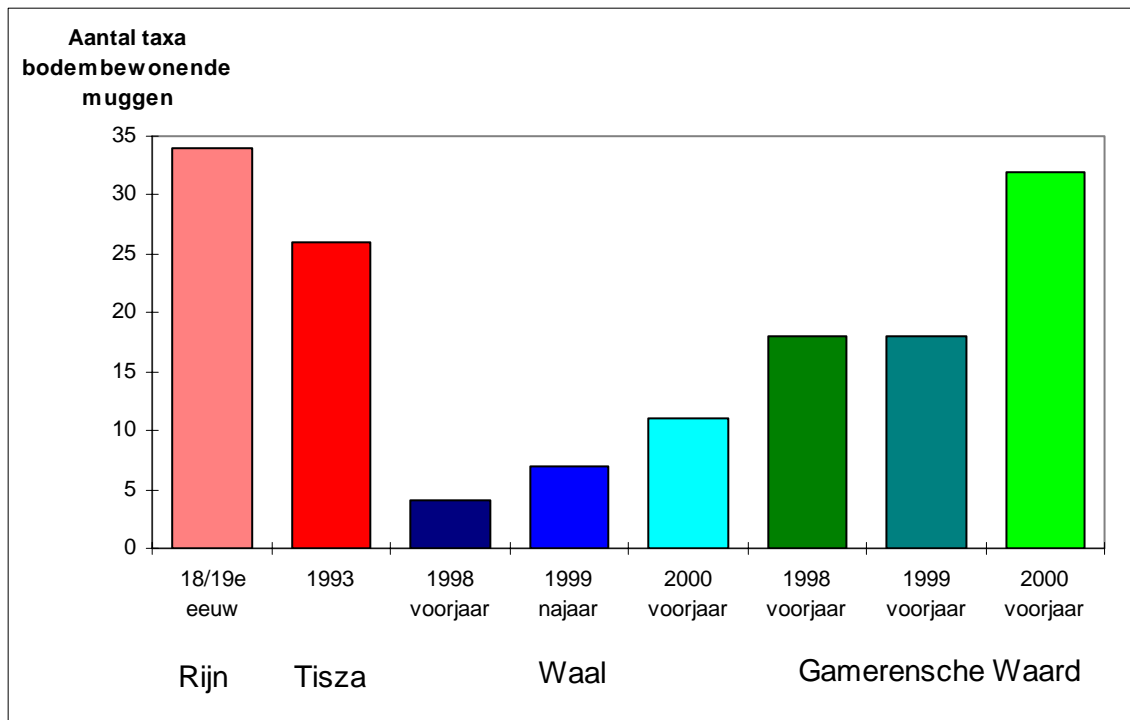
Figuur 16. Gemiddeld aantal taxa per bemonsteringslocatie voor vier typen substraat in de drie nevengeulen in de Gamerensche Waard in vergelijking met twee typen substraat in de kribvakken van de Waal.

Het substraattypen vegetatie toont de grootste soortenrijkdom, waaronder diverse soorten die op/in de andere substraattypen niet zijn aangetroffen (b.v. diverse soorten kevers, juffers en eendagsvliegen). Van het hard substraat blijken met name de stenen en de kleibank in de Westgeul de grootste soortenrijkdom te vertegenwoordigen. Op het hout is tegen de verwachting in een levensgemeenschap met een lagere diversiteit aangetroffen (wel zijn hier soorten bij die niet in de andere monsters zijn aangetroffen; o.a. kokerjuffers). Een verklaring hiervoor kan zijn dat het bemonsterde hout uit nog vrij jonge wilgentakken bestond en niet uit dood hout.

Wordt gekeken naar de soorten die het verschil in aantal taxa tussen de Waal en de nevengeul veroorzaken dan vallen met name de bodembewonende muggenlarven op. Door Klink (2000a; 2000b) is de levensgemeenschap aan bodembewonende muggenlarven nader geanalyseerd. De soortsaamenstelling van de nevengeulen is vergeleken met:

- een historische referentie (Rijn 18/19<sup>e</sup> eeuw; Klink, 1989);
- een geografische referentie (Tisza; zijrivier van de Donau; Klink & bij de Vaate, 1994);
- de bodem in kribvakken van de Waal (van Beek & Munts, 1998b);
- de bodem in de vaargeul van de Waal (van Beek & Munts, 1998a).





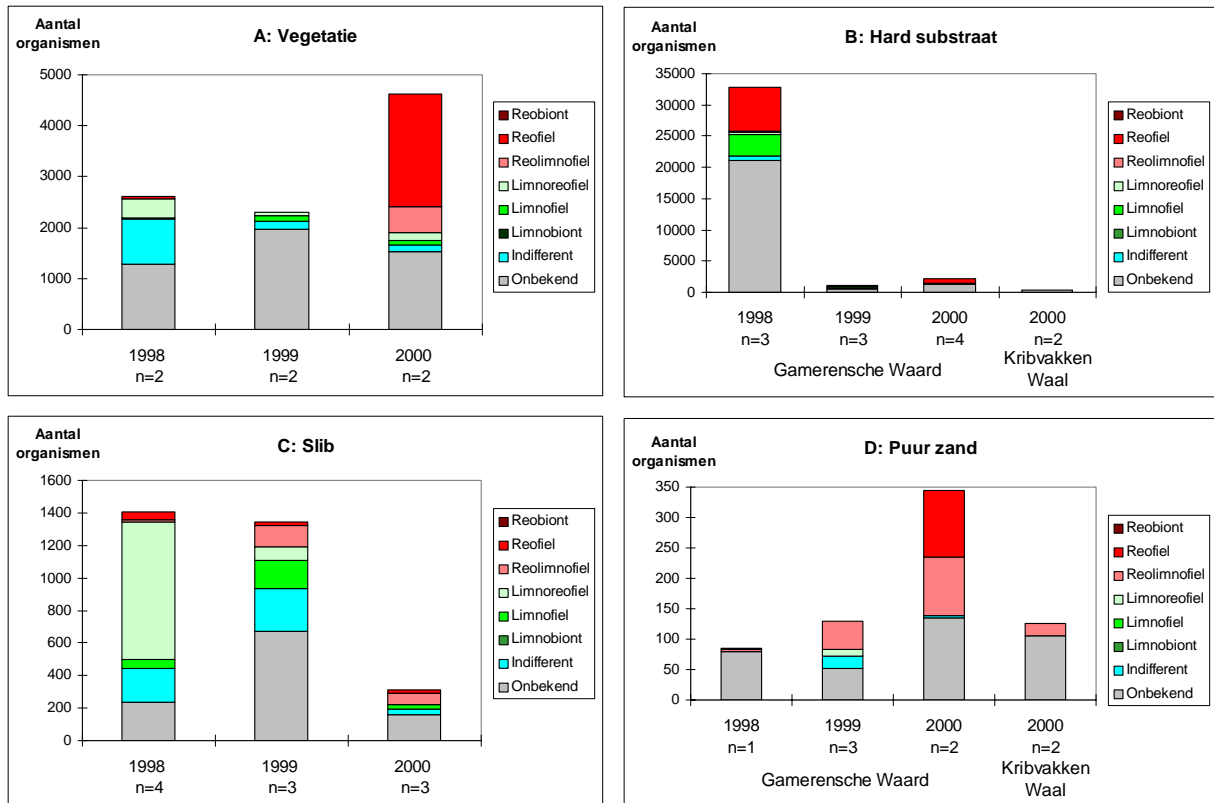
Figuur 17. Soortenrijkdom (alle monsterlocaties gezamenlijk) aan bodembewonende Chironomidae (muggen) in de nevengeulen in de Gamerensche Waard en in enkele referenties.

Uit deze vergelijking blijkt dat de bodemfauna van de nevengeulen in de Gamerensche Waard vrijwel alle muggensoorten bevat die ook in de historische en geografische referentieonderzoeken zijn aangetroffen (figuur 17). Dit is in groot contrast met de bodemfauna van de kribvakken en de vaargeul van de Waal zelf. Waarschijnlijk bieden de nevengeulen van de Gamerensche Waard een dusdanige variatie aan leefomstandigheden dat vrijwel elke potentiële muggensoort er zijn plek vindt. De hydro- en morfodynamiek verschilt sterk per geul en per locatie in de geul (zie hoofdstuk 3). De kolonisatie van de betreffende muggensoorten heeft verrassend snel plaatsgevonden. Deze kolonisatie lijkt niet belemmerd te worden door een nog niet optimale waterkwaliteit en een zeker nog niet goede bodemkwaliteit.

### Stroominnendheid in relatie tot substraattypen

Om meer inzicht te krijgen op de vraag of (ook) stroominnende soorten profiteren van de aanleg van nevengeulen, is een analyse gemaakt van de het aandeel van de verschillende gildes (met betrekking tot stroominnendheid) voor de verschillende substraattypen. In figuur 18 is voor vier substraattypen weergegeven hoe het aandeel van de verschillende gildes in de loop van de periode 1998-2000 is ontwikkeld. Hierbij is gewerkt met de tabellen van de Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft (1996) en Moog (1995). Helaas is van een substantieel deel van de aangetroffen soorten in de literatuur nog geen stromingsvoorkeur aangegeven<sup>2</sup>.

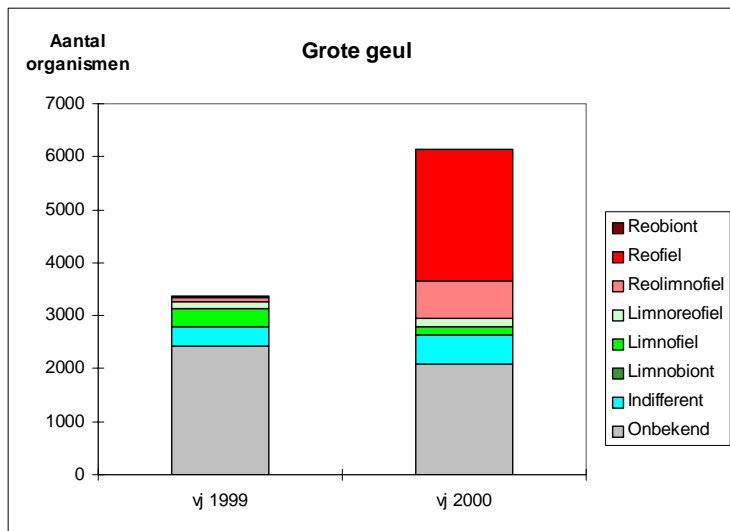
<sup>2</sup> In de loop van 2001 zal een CD-rom gereed komen, waarop o.a. stromingsvoorkeur is aangegeven. Voor veel soorten zal echter nog onderzocht moeten worden welke eisen zij aan hun leefomgeving stellen



Figuur 18. Samenstelling van de macrofaunagemeenschap voor verschillende substraattypen uitgesplitst naar mate van voorkeur voor stromend water. A: Vegetatie. B: Hard substraat (stenen, kleibanen en hout). C: Slib. D: Puur zand. In de figuren B en D (Hard substraat en Puur zand) zijn ook de resultaten van de kribvakken van de Waal weergegeven. N.B. De monsters van de drie verschillende nevengeulen zijn voor deze figuren samengevoegd (de aantallen organismen per monster zijn opgeteld). Alleen voorjaarsdata. Indifferent: geen voorkeur; Limnobiont: strikt gebonden aan stilstaande wateren; Limnofiel: voorkeur voor stilstaande wateren; Limnorefiefel: voorkeur voor stilstaand maar kan ook in stromend water voorkomen; Reolimnofiel: voorkeur voor stromend maar kan ook in stilstaand water voorkomen; Reofiel: voorkeur voor stromend water; Reobiont: strikt gebonden aan stromend water.

### Opening Grote geul

Omdat dit de eerste meting na opening van de Grote Geul is zijn de resultaten hiervan apart in een stromingsvoorkeurgrafiek weergegeven (figuur 19). In 1999 en 2000 zijn vrijwel dezelfde locaties en substraten bemonsterd; dit terwijl in 1999 de Grote geul nog niet meestroomde en in 2000 wel. Uit de figuur blijkt dat door aantakking het aandeel stroomminnende organismen fors is toegenomen. Dit lijkt slechts in geringe mate ten koste te zijn gegaan van soorten met een voorkeur voor stilstaand water (figuur 19). Blijkbaar vinden deze soorten nog volop stroomluwe plekken.



Figuur 19. Samenstelling van de macrofaunagemeenschap van de Grote geul in de Gamerensche Waard, uitgesplitst naar mate van voorkeur voor stromend water. De monsters op de verschillende substraattypen zijn hiervoor samengevoegd.

Indifferent: geen voorkeur; Limnobiont: strikt gebonden aan stilstaande wateren; Limnofiel: voorkeur voor stilstaande wateren; Limnoreaofiel: voorkeur voor stilstaand maar kan ook in stromend water voorkomen; Reolimnofiel: voorkeur voor stromend maar kan ook in stilstaand water voorkomen; Reofiel: voorkeur voor stromend water; Reobiont: strikt gebonden aan stromend water.

### Bijzondere soorten

In de monsters van 2000 (voor- en najaar) zijn diverse bijzondere soorten aangetroffen. In tabel 10 worden die soorten vermeld die nieuw zijn voor de nevengeulen of nieuw voor Nederland.

Tabel 10. Enkele bijzondere soort(groep)en die in 2000 in de nevengeulen in de Gamerensche Waard zijn aangetroffen.

Wetenschappelijke naam	Soortsgroep	Aantal individuen	Substraat	Nevengeul	Bijzonderheden
<i>Caspihalacarus hyrcanus danubialis</i>	Watermijt	148	hout stenen	Grote geul Westgeul	Nieuw voor Nederland, afkomstig uit het Kaspische gebied
<i>Propappus volki</i>	Borstelworm	26	zand	Westgeul	Nieuw voor de nevengeulen Kensoort voor een stromende rivier
<i>Elmis sp. &amp; Oulimnius sp.</i>	Kevers	4	zand hard substraat	Oostgeul Westgeul Grote geul	Zeer algemeen in de Rijn in de afgelopen eeuwen. De afgelopen decennia niet aangetroffen in de Rijntakken.
<i>Corixidae</i>	Duikerwantsen	3	vegetatie	Oostgeul	Nieuw voor de nevengeulen
<i>Simuliidae</i>	Kriebelmuggen	2	stenen	Westgeul	Zeer talrijk aanwezige groep in de rivier in de afgelopen eeuwen. Sterk stroomminnend. Enkele van de aangetroffen soorten zijn voor de afgelopen decennia nieuw voor het rivierengebied
<i>Caspiobdella fa-dejewi</i>	Bloedzuigers	1	kleibank	Westgeul najaar	Nieuw voor Nederland, afkomstig uit het Kaspische gebied

### **Toegevoegde waarde van de najaarsbemonstering**

In de achtergrondrapportages van de Rijnmonitoring (1995) en de Maasmonitoring (1996) (Greijdanus-Klaas, 1997b; Greijdanus-Klaas, 1999) en in het evaluatierapport nevengeulen Opijnen en Beneden-Leeuwen (Simons *et al.*, 2000) wordt gesteld dat de levensgemeenschap aan macrofauna het best weergegeven kan worden door zowel in het voorjaar als in het najaar te bemonsteren. Voor de monitoring van de nevengeulen in de Gamerensche Waard is destijds gekozen voor een voorjaarsbemonstering omdat de stroomminnende soorten met name in het voorjaar aangetroffen zouden kunnen worden. Nadeel hiervan is dat een vergelijking met de landelijke monitoring slecht te maken is omdat deze met name in het najaar plaats vindt. In 2000 is daarom zowel in het voorjaar als het najaar bemonsterd.

In de nevengeulen zijn meer locaties met een afname van het aantal taxa tussen voor- en najaar dan met een toename (respectievelijk 8 en 5 locaties). Het aantal organismen daarentegen is op de meeste locaties in de nevengeulen fors toegenomen (in het voorjaar gemiddeld 903 organismen per monster en in het najaar gemiddeld 1651 organismen per monster). Deze toename van het aantal organismen is te danken aan het feit dat de exoten (waarvan een deel thermofiel is) in het voorjaar in veel kleinere dichtheden worden gevangen dan in het najaar. In het voorjaar worden echter meer bijzondere soorten aangetroffen (met name insecten). Een belangrijk deel van de exoten die in het najaar in grotere dichtheden worden aangetroffen zijn stroomminnende soorten, waardoor het reofiele karakter van de macrofaunagemeenschap in het najaar ook groot is. Van de in de nevengeulen aangetroffen organismen, waarvan een stromingsvoorkeur bekend is, heeft in het voorjaar 83 % en in het najaar 55% een voorkeur voor stromend water.

### **Conclusies**

- De diversiteit aan organismen in de nevengeulen is opzienbarend; er worden veel meer soorten aangetroffen dan in de Waal zelf en bovendien worden soorten gevonden die lange tijd niet in de rivier aangetroffen zijn.
- Er treedt geleidelijk een duidelijke verschuiving op in stromingsvoorkeur van de macrofaunasoorten in de nevengeulen van limno(reo)fiel naar reo(limno)fiel (stilstaand water → stromend water).
- De nevengeulen in de Gamerensche Waard zijn qua bodembewonende Chironomiden (muggen tijdens larvestadium) vergelijkbaar met de Tisza (die als referentierivier gebruikt wordt) en de paleolimnologische gegevens van de Rijn zelf (18/19<sup>e</sup> eeuw).
- De opening van de Grote geul heeft geleid tot een toename van het aantal organismen met een voorkeur voor stromend water.
- De najaarsbemonstering levert minder taxa op dan de voorjaarsbemonstering, maar wel veel grotere dichtheden organismen. Veel van deze organismen zijn thermofiele exoten, die vaak een voorkeur voor stromend water hebben.

De aanleg van de nevengeulen levert een aantoonbare, zeer grote, verrijking voor de macrofauna in het Nederlands rivierengebied op.

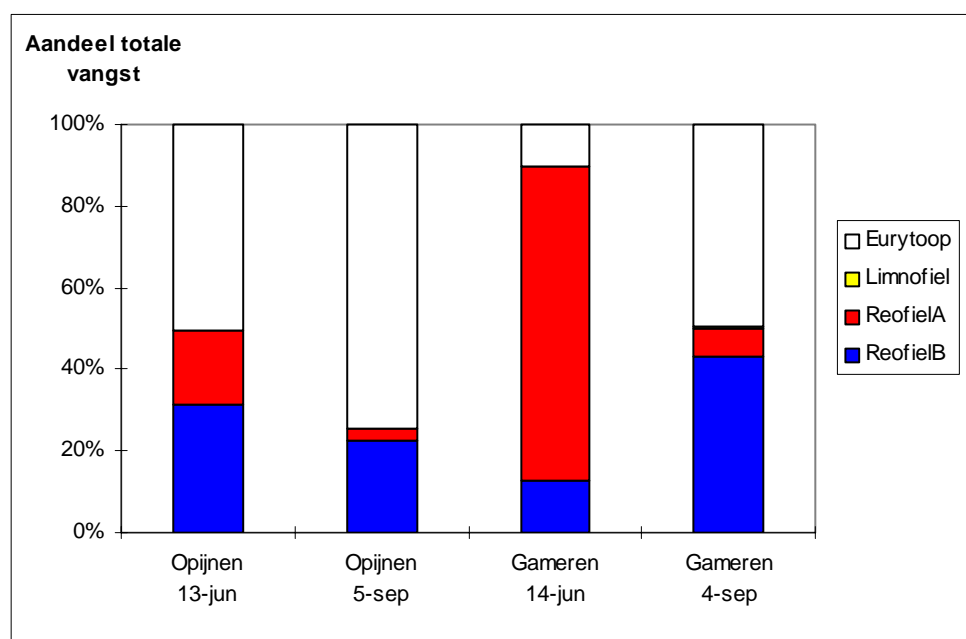
## 5.4 Vissen

### Resultaten 2000

In bijlage 8 staan de precieze resultaten met betrekking tot de bemonsteringen in Opijnen en in de Gamerensche Waard van de jaren 1998 tot en met 2000.

#### Gameren

In de nevengeul in de Gamerensche Waard worden in juni relatief veel reofiel<sup>3</sup> A vis gevangen (met name barbeel)(figuur 20). In september zijn de aantallen reofielen en eurytopen gelijk. De reofiele visgemeenschap wordt dan met name bepaald door de riviergrondel (reofiel B), de eurytope gemeenschap door alver. Vlak na de instroomopening van de Grote geul<sup>4</sup> werden tijdens macrofaunabemonsteringen van de bodem 22 amacoeten gevonden (het larvale stadium van waarschijnlijk de rivierprik; reofiel A). Tijdens de september bemonstering zijn de enige 3 limnofielen (kroeskarper) gevangen. Deze soort werd hier niet eerder gevangen. Het aandeel reofiele vis in de Gamerensche Waard neemt, net als bij Opijnen, af van juni naar september. Dit wordt met name veroorzaakt door de drastische afname van het aantal barbeelen. Relatief de meeste reofielen worden gevangen in de Oostgeul en in de voormalige strang (nu onderdeel van de Grote geul).



Figuur 20. Aandeel van de totale vangst (%) per gilde voor de nevengeulen Opijnen (OP) en Gameren (GA) in het jaar 2000. N.B. De vangsten van alle vangtuigen zijn bij deze berekeningen meegenomen. (N = totaalvangst)

<sup>3</sup> Eurytoop Alle levensstadia komen zowel voor in stromende als in stilstaande wateren.

Limnofiel Alle levensstadia komen overwegend voor in stilstaande wateren.

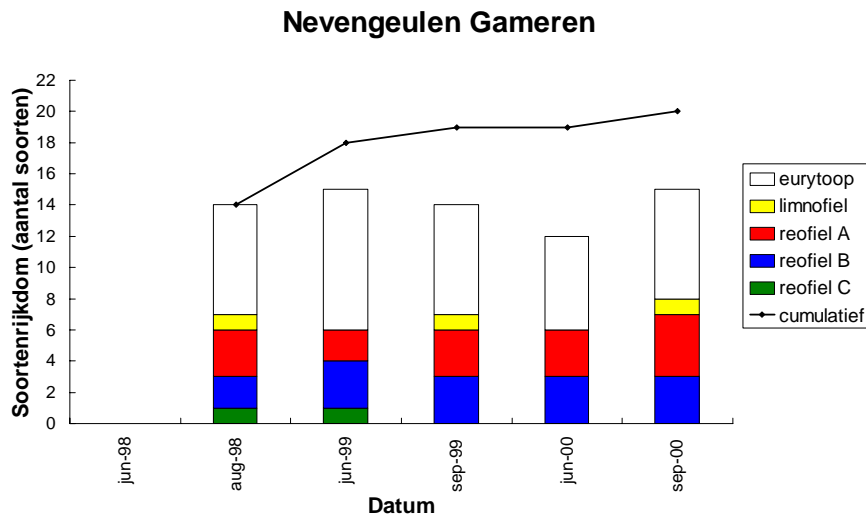
Reofiel A Alle levensstadia zijn gebonden aan stromend water inclusief de oeverzone.

Reofiel B Sommige levensstadia zijn gebonden aan zijwateren die permanent in open verbinding met de rivier staan.

Reofiel C Sommige levensstadia zijn gebonden aan langzaam stromend brak water dat permanent in open verbinding staat met estuarium en zee.

<sup>4</sup> Dit monster is genomen op een locatie die tot en met de zomer van 1999 nog een droge uiterwaard was. Pas in het najaar van 1999 is hier door vergravingen water ontstaan.

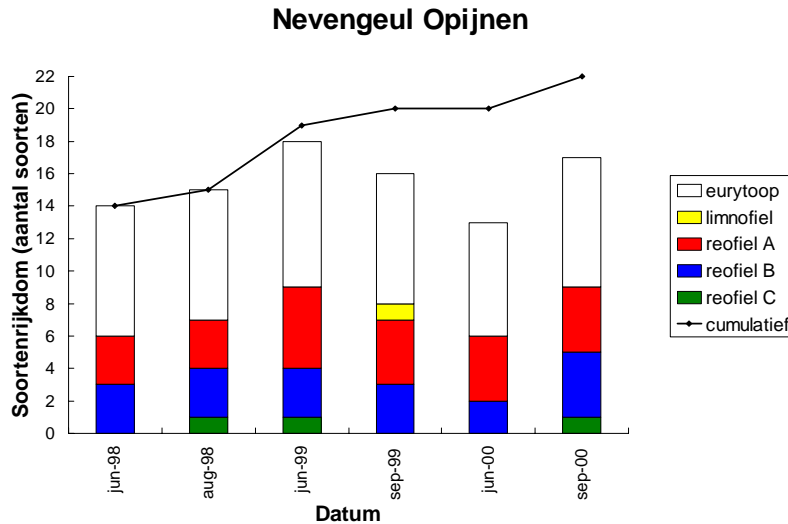
De soortenrijkdom van de visgemeenschap in de Gamerensche Waard varieert over de afgelopen jaren tussen de 12 en de 15 (cumulatief zijn in de jaren 1998 t/m 2000 20 verschillende soorten aangetroffen)(figuur 21). Het merendeel van de aangetroffen soorten behoort tot de eurytopen (9 soorten). Verder zijn er in Gameren 9 reofiele soorten gevonden, waarvan 4 reofiel A (barbeel, kopvoorn, serpeling en sneep), 3 reofiel B (riviergrondel, roofblei en winde) en 2 reofiel C (driedoornige stekelbaars en bot). Exemplaren van zowel gilde reofiel C als gilde limnofiel (kroeskarper en ruisvoorn) komen sporadisch voor.



Figuur 21. Soortenrijkdom per voortplantingsgilde in de jaren 1998 - 2000 voor de nevengeulen in de Gamerensche Waard. Bij deze berekeningen zijn de vangsten van alle vangtuigen meegenomen. De lijn geeft het cumulatieve aantal soorten weer dat aangetroffen is. De hybride- en niet-determineerbare soorten zijn buiten beschouwing gelaten.

### Opijnen

In vergelijking met de voorgaande jaren zijn in 2000 relatief weinig vissen gevangen. In juni worden er evenveel eurytope (vooral brasem en blankvoorn) als reofielen (reofiel A en B) gevangen (figuur 20). In september 2000 overheersen de eurytope vissen (vooral alver, kolblei, brasem en blankvoorn) de visbroedgemeenschap van de nevengeul bij Opijnen. Van juni naar september neemt het aandeel (% van totale vangst) eurytopen toe door de sterke stijging in aantallen van alver en kolblei (zie bijlage 8). Het aandeel reofiel A (met name barbeel), en het aandeel reofiel B (met name riviergrondels) nemen beide af. In september worden in deze nevengeul 2 exemplaren van zowel de kleine modderkruiper (reofiel B) als van de bot (reofiel C) aangetroffen. Deze twee soorten werden in voorgaande jaren niet of zelden aangetroffen (Simons *et al.*, 2000).



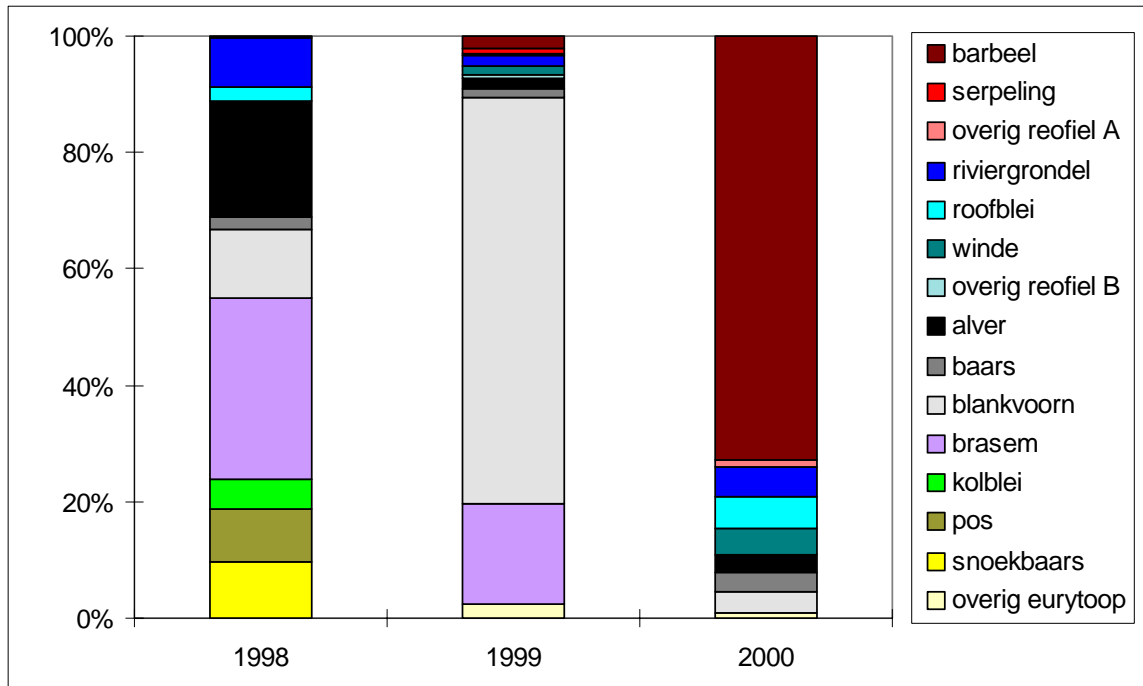
Figuur 22. Soortenrijkdom per voortplantingsgilde in de jaren 1998 - 2000 voor de nevengeul Opijnen. Bij deze berekeningen zijn de vangsten van alle vangtuigen meegenomen. De lijn geeft het cumulatieve aantal soorten weer dat aangetroffen is. De hybride- en niet-determineerbare soorten zijn buiten beschouwing gelaten.

In totaal zijn er tijdens de bemonsteringen in de jaren 1998 t/m 2000 in deze nevengeul 22 verschillende soorten aangetroffen, waarvan het leeuwendeel (11) eurytope soorten betreft (figuur 22). De soortenrijkdom per bemonstering varieert tussen de 13 en de 18. De aangetroffen soorten binnen de gilden reofiel A en reofiel B zijn barbeel, kopvoorn, rivierprik, serpeling en sneep, respectievelijk kleine modderkruiper, riviergrondel, roofblei en winde. Van de reofiel C-gilde worden slechts enkele malen exemplaren in de vangsten aangetroffen, behorende tot 2 soorten (driedoornige stekelbaars en bot). Evenals reofielen C worden ook limnofielen (ruisvoorn) zelden tot nooit gevangen.

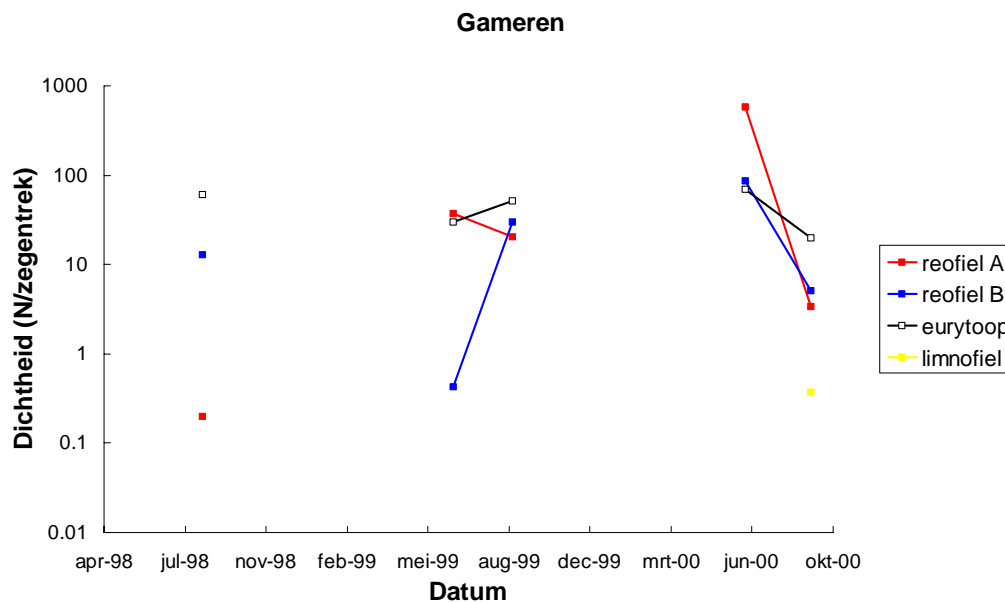
### Vergelijking met eerdere jaren

#### Gameren

De lichte afname van het eurytope visbroed in de Gamerensche Waard (figuur 24) valt ruimschoots binnen de normale jaar-op-jaar variatie. De dichtheid van reofiele A en reofiele B vis neemt gedurende de jaren licht toe. Voor beide voortplantingsgilden geldt, dat er een piekvangst in juni 2000 is: barbeel (reofiel A), roofblei en winde (beide reofiel B) worden in hoge concentraties gevangen. Bot, grote marene (beide reofiel C), kroeskarper en ruisvoorn (beide limnofiel) zijn de afgelopen jaren in de Gamerensche Waard wel in kleine aantallen gevangen, maar niet met de zegenbemonsteringen.



Figuur 23. Samenstelling visgemeenschap per jaar voor de nevengeulen in de Gamerensche Waard. Bij deze berekeningen zijn de vangsten van alle vangtuigen meegenomen. (n: aantal soorten)

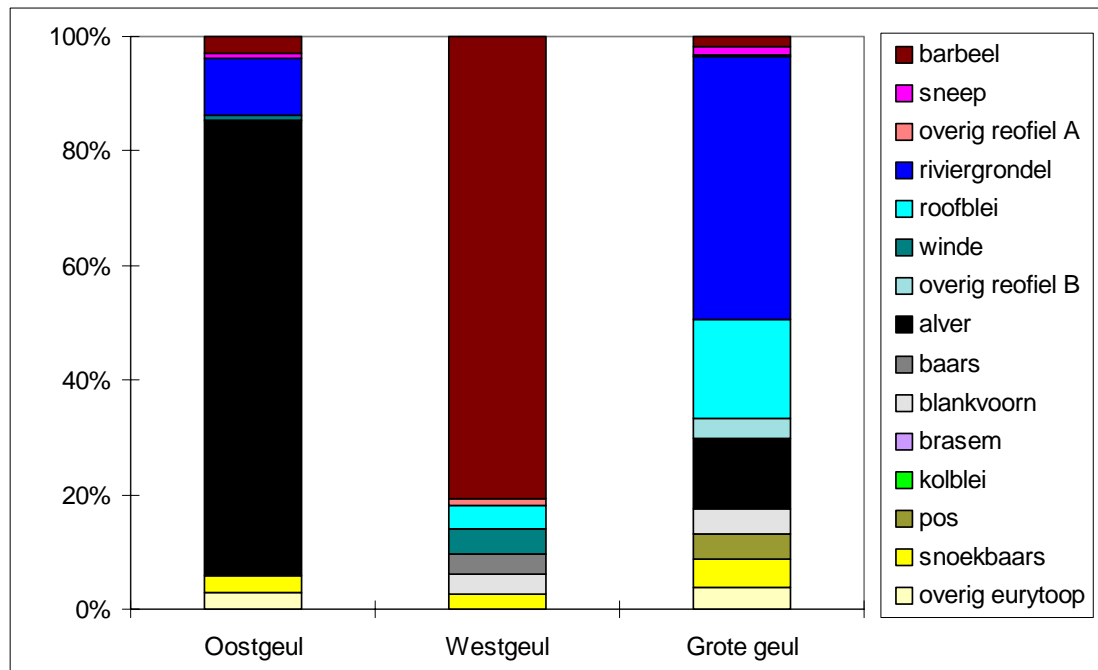


Figuur 24. Dichtheid per voortplantingsgilde voor de drie nevengeulen tezamen in de Gamerensche Waard voor de jaren 1998 - 2000. N.B. Alleen de resultaten van de zegentrekken zijn weergegeven.

Voor de Gamerensche Waard werd verwacht, dat na de aantakking van de Grote geul, de aantallen jonge vis in het gebied zouden toenemen door de grotere variatie in aanwezig habitat. Analyses van dichtheden per voortplantingsgilde per geul afzonderlijk geven aan dat in de Oostgeul de dichtheid van de eurytopen over de jaren vrijwel gelijk blijft en die van de reofielen A en B iets toeneemt. Er zijn hier noch reofielen C noch limnofielen in de vangsten aangetroffen. In de Westgeul zijn sinds 1998 de aantallen eurytope vis per trek sterk afgenomen. Het beeld voor de reofiele soorten in de Westgeul is minder eenduidig. In augustus 1998 werd slechts een enkel reofiel A exemplaar (kopvoorn) gevangen; in juni 1999 werden hier reofie-



len in een dichtheid van 26 exemplaren per trek gevonden en daarna is de dichtheid van reo-  
fiele vis weer sterk afgenomen tot gemiddeld 1 exemplaar per trek.

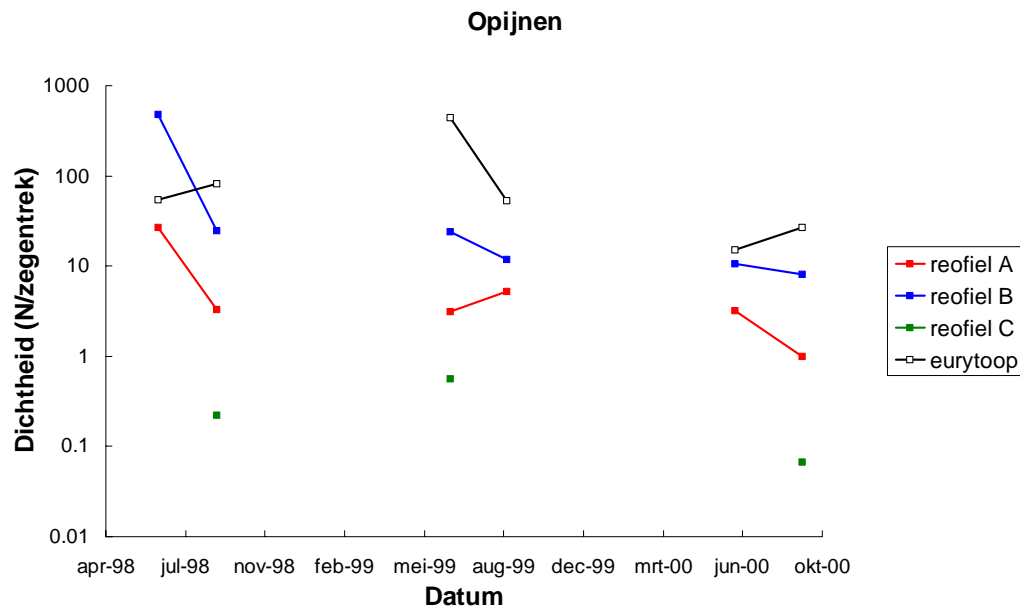


Figuur 25. Vissamenstelling van de drie afzonderlijke nevengeulen in de Gamerensche Waard in 2000.

Daar de Grote geul sinds oktober 1999 aan weerszijden in open verbinding met de hoofd-  
stroom staat, geldt de bemonstering van 28 september 1999 als een T0-bemonstering. Uit de  
bemonsteringen blijkt dat de dichtheden van eurytope en reofiel A soorten in 2000 lager zijn  
dan in september 1999. De dichtheid reofiel B vis is vrijwel gelijk. De Grote geul bestaat in  
zekere zin uit drie met elkaar in verbinding staande deelwateren (voormalige strang, ‘midden-  
stuk’ en voormalige zandwinput)(zie ook bijlage 1). Wanneer de samenstelling van de drie  
afzonderlijke delen wordt bekeken, dan blijkt dat de voormalige zandwinput vrijwel alleen  
eurytope soorten bevat. Voor de visgemeenschap fungeert een dergelijke diepe put binnen een  
stromende nevengeul blijkbaar vooral als diepe, aangetakte, put en niet als stromend neven-  
geulbiotoop. De vissamenstelling van de voormalige strang en het ‘middenstuk’ is vrijwel  
identiek.

### *Opijnen*

In de nevengeul Opijnen is de afgelopen drie jaren de vangstdichtheid van de eurytope vis in  
de zegenvangsten vrijwel gelijk gebleven (met uitzondering van de hoge concentraties aan  
blankvoorn en brasem in juli en september 1999) (figuur 26). Ook de dichtheid van zowel  
reofiele A als reofiele B vis is vrijwel constant gebleven. De aangetroffen variatie lijkt binnen  
de normale jaar-op-jaar fluctuaties te vallen. De dichtheid van de reofiele C vis is door de  
jaren heen laag gebleven. In geen van de jaren werd limnofiele vis in de vangsten aangetrof-  
fen.



Figuur 26. Dichtheid per voortplantingsgilde voor de nevengeul Opijnen voor de jaren 1998 - 2000. N.B. Alleen de resultaten van de zegentrekken zijn weergegeven.

## Conclusies

In 2000 zijn ten opzichte van andere jaren relatief weinig individuen gevangen. Uit analyse van de drie jaren blijkt er een sterke jaar-op-jaar variatie in jaarklassterkte van zowel reofielen A en B als eurytopen te zijn. Van winde is er in 1998 een sterke jaarklasse in de nevengeul van Opijnen gevonden. In 1999 wordt in zowel Opijnen als Gameren een sterke jaarklasse van blankvoorn en brasem gevonden. In 2000 is er in de Gamerensche Waard een sterke jaarklasse van barbelen. In 1998 worden er in de nevengeul Opijnen relatief veel individuen van reofiel B gevangen, dit aantal lijkt in de daarop volgende jaren af te nemen. In Gameren daarentegen werden in 2000 echter juist meer exemplaren van deze gilde gevangen dan in de daarop voorafgaande jaren. In het algemeen worden in Opijnen en Gameren dezelfde soorten in de visbemonsteringen aangetroffen. Reofielen als rivierprik, kliene modderkruiper en drie-doornige stekelbaars worden wel in Opijnen gevangen, maar niet in Gameren. Larvale rivierprik werd in slibmonsters uit de instroomopening van de Grote geul in Gameren gevonden. De grote marene echter, wordt in Gameren wel, maar in Opijnen niet aangetroffen. Verder wordt paling (eurytoop) wel en kroeskarper (limnofiel) niet in Opijnen gevonden. Uit de totaalresultaten van alle vangtuigen tezamen (niet alleen de zegenmonsters) blijkt dat de dichtheid van eurytopen in 1999 beduidend hoger is dan in de twee andere jaren; zowel voor de nevengeul Opijnen als voor de nevengeulen in de Gamerensche Waard. Een mogelijke verklaring is de jaarklassterkte van blankvoorn en brasem. Daar het jaar 1999 het ijkjaar is wat betreft de Grote geul, kan geen harde conclusie getrokken worden ten aanzien van de ontwikkeling van de dichtheden aldaar.

## **6 Reflectie methodiek**

### **6.1 Hoogteligging zomerbed Waal**

De driemaandelijke peilingen van het zomerbed geven goed aan dat er behoorlijk wat natuurlijke variatie in de hoogteligging van dat zomerbed zit. Dit maakt het noodzakelijk om voldoende frequent te peilen, daar het anders nog lastiger is om trends van natuurlijke variatie te onderscheiden. Zodoende wordt in 2001 deze meetfrequentie van 4 keer per jaar voortgezet. Aangezien de verwachte aanzanding tot nu toe niet tot nauwelijks optreedt, zal eind 2001 afgewogen worden of deze frequentie ook in 2002 voortgezet zal worden.

### **6.2 Hoogteligging nevengeulen**

Daar de gegevens van de hoogtemetingen van het najaar 2000 nog verwerkt moeten worden, kan nog niet goed geëvalueerd worden of de gehanteerde methode afdoende werkt voor de morfologie van de Grote geul. Toch illustreert het al één nadeel; de lange verwerkingstijd van de data. Idealiter vinden de peilingen in het water en de GPS-metingen op de oever tijdens vrijwel dezelfde periode plaats, maar toch met een licht verschil in waterstanden. Als de peilingen plaatsvinden bij een iets hogere waterstand dan die bij de GPS-metingen dan ontstaat er overlap in de data, waardoor de resultaten van de twee methodieken goed aan elkaar gekoppeld kunnen worden. Dit alles vergt wel wat planningsproblemen, daar alle metingen ook klaar moeten zijn voor er weer een hoogwater komt opzetten.

Wellicht dat laseraltimetrie een geschikt alternatief is voor de GPS-metingen. Tegen dezelfde kosten en met eenzelfde nauwkeurigheid is in korte tijd een gebiedsdekkend beeld van de hele uiterwaard te krijgen. Als de planning het toelaat zal dit jaar in plaats van GPS met laseraltimetrie gemeten worden.

### **6.3 Bodemsamenstelling**

De afgelopen drie meetjaren is het aantal monsterpunten geleidelijk verder naar beneden gebracht omdat een steeds beter beeld werd gekregen van de bodemsamenstelling van de geulen. Omdat het onder meer duidelijk werd dat het gesedimenteerde materiaal voornamelijk uit zand bestaat waren/zijn minder chemische analyses nodig. Wel zal nog gekeken worden of het redelijkerwijs mogelijk is om een vlakdekkend beeld van die bodemsamenstelling te maken. Dit kan voordelen opleveren voor de verdere integratie met andere aspecten. Verder werkt de tot nu toe gevolgde methode prima.

### **6.4 Debiet**

Na wat aanloopproblemen in de eerste periode van het monitoringsprogramma verlopen de debietmetingen nu beter. Van de Grote geul bestaat inmiddels al een vrij compleet beeld van de geulafvoer als functie van de Waalafvoer. Wat ontbreekt zijn afvoergegevens bij (vrij) hoge rivierwaterstanden (afvoer Bovenrijn > 3500 m<sup>3</sup>/s). Het blijkt echter lastig om hier een praktische oplossing voor te vinden. In 2001 zal gekeken worden of bij hoogwater een ADCP-meting uitgevoerd kan worden vanuit een grotere boot.

De debietmetingen in de periodieke nevengeulen verlopen lastiger omdat hier niet zo'n, voor de metingen, mooie brug en regelwerk aanwezig is. Er is getracht om tot een vaste meetopstelling te komen, maar dit is nog niet geheel gelukt. Deze debietmetingen in de periodieke geulen zullen de komende tijd meer aandacht krijgen, daar de metingen essentieel zijn voor het verdere begrip van de morfodynamiek in de geulen. Overigens geldt ook hier dat metingen bij hoge afvoeren vrijwel onmogelijk zijn.

## **6.5 Zwevend stof**

Er bestaan nog een aantal onduidelijkheden in de opgebouwde reeks van zwevend stof gehalten, waaronder de afwijkende resultaten ten opzichte van de standaardbemonstering bij Lobith en de grote variatie in de geul zelf. Het valt niet uit te sluiten dat de wijze van bemonstering en de daarmee gepaard gaande verstoring een rol speelt. Ook zou het kunnen zijn dat er daadwerkelijk variaties in zwevend stofgehalte bestaan in de geul zelf (in de breedte of de diepte), en dat er op een andere wijze bemonsterd moet worden. Ook moet de wijze van analyseren in het lab en de daarvoor aangeleverde hoeveelheid materiaal nader bekeken worden (o.a. in relatie tot de mogelijke invloed van de biologische productie op het zwevend stofgehalte). In het komende monitoringsjaar zal dit verder uitgezocht worden. De opgebouwde datareeks lijkt niettemin perspectieven te bieden om, op termijn, een inschatting te kunnen maken van de optredende sedimentatie. Daarbij is er behoefte aan meer datapunten en daarom zal er tevens gekeken worden hoe de meetinspanning geïntensiveerd kan worden.

## **6.6 Ecotoxicologie**

Doordat de monitoring in de Stifitse Waard en in de Afferdensche & Deestsche Waarden nog niet gestart kan worden (de geulen zijn nog niet gerealiseerd), is het aantal waarnemingen kleiner dan oorspronkelijk gepland. Dit maakt de statistische onderbouwing van de resultaten lastiger. Desondanks verdient het meer aanbeveling om met nieuwe technieken echte veldmetingen te doen dan om meer monsters te nemen en hierop in het lab testen uit te voeren.

## **6.7 Flora**

De voor de nevengeulen gebruikte MWTL-methode is indertijd voor deze MWTL uitgebreid getest en onderzocht. Daaruit is bijvoorbeeld naar voren gekomen dat het resultaat nauwelijks beïnvloed wordt door het vaker of intensiever inventariseren van het gebied. Ook het door andere personen laten inventariseren is mits het door goede floristen gebeurd nauwelijks van invloed op het eindresultaat.

De methodiek is zeer geschikt gebleken om zowel vergelijkingen tussen jaren als ook vergelijking met de rest van het watersysteem mogelijk te maken. Zo was bijvoorbeeld de floristische kwaliteit van het ecosysteemtype Slikkige oever in 1998 al echt als hoog te beoordelen, maar omdat toen de gegevens van de rest van de Waal nog niet bekend waren viel het toen niet op dat die kwaliteit echt spectaculair hoog was in vergelijking met de rest van de Waal. Het is dus sterk aan te bevelen om met deze methode de inventarisatie in 2002 te herhalen.

## **6.8 Vegetatie**

Voor één van de gestelde doelen heeft de vegetatie/ecotoopkartering al zijn nut aangetoond; er konden nieuwe MHW-berekeningen uitgevoerd worden. Voor het tweede doel (inschatting van de potenties voor diverse levensgemeenschappen en soorten) is nog geen verdere uitwerking verricht. In 2001 zal een verdere koppeling gelegd worden tussen het voorkomen van individuele plantensoorten en de ruimtelijke ecotoopverdeling. Ook voor de interpretatie van de resultaten met betrekking tot de paai van reofiele vis zal de kartering van belang kunnen zijn.

## **6.9 Macrofauna**

De ingezette veranderingen qua methodiek (ook najaarsbemonstering en ook enkele monsters in de kribvakken) lijken goed uit te pakken. In 2001 zal dan ook met eenzelfde methodiek verder gegaan worden.

## 6.9 Vissen

Het bemonsteren van de vis in zowel de nevengeulen van de Gamerensche Waard als in de nevengeul Opijnen leidt tot een waardevolle dataset, waarmee op termijn allerlei jaar-op-jaar fluctuaties gescheiden kunnen worden van trends. Het bemonsteren van de geulen in de perioden medio juni en eind augustus geeft voldoende informatie over de rol van de geulen als opgroeigebied voor vis. Meer inspanning (qua frequentie en/of aantal 'trekken') leidt niet tot het aantreffen van meer soorten. De monitoring van de opgroefunctie van nevengeulen voor vis kan op dezelfde wijze voortgezet worden.

In 2001 zal meer aandacht besteed worden aan de geschiktheid als paaigebied. Hierbij zijn twee aspecten van belang: aanwezigheid van paarijpe volwassen reofiele vissen in de hoofdstroom (ze moeten de nevengeul wel tegenkomen) en al dan niet geschikt (paa)habitat in de nevengeulen. Hoewel over het eerste punt ook niet alles bekend is, is het wel duidelijk dat er in het voorjaar paarijpe reofiele vis in de hoofdstroom aanwezig is (wel in lage dichtheden). Het is dus verstandig om de monitoring in de nevengeul te richten op de aanwezigheid van paarijpe vissen tijdens de paaiperiode (maart-mei). Om hier inzicht in te krijgen wordt in 2001 een extensieve fuikbemonstering in de potentiële paaityd van reofiele (met name reofiel B) vissen uitgevoerd.



## 7 **Discussie**

Hoewel indertijd in het projectplan (Jans *et al.*, 1998) is aangegeven dat voor een zinvolle evaluatie van de nevengeulen er minimaal vijf jaar gemonitord moet worden, is een tussentijdse confrontatie van de resultaten met de doelstellingen al duidelijk interessant. De hieronder staande constatering dienen wel als voorlopig te worden beschouwd. In een sterk fluctuerend systeem als het rivierengebied zijn niet alleen meerdere jaren monitoring (met zowel jaren met lage rivierafvoeren als jaren met hoge rivierafvoeren), maar ook resultaten van meerdere nevengeulen nodig om meer definitieve conclusies te trekken.

### *1a) Vaststellen of en in welke mate ongewenste neveneffecten voor de **scheepvaart** optreden (aanzanding en stroming)*

Ongewenste effecten voor de scheepvaart nabij de Gamerensche Waard zijn niet vastgesteld. De metingen laten weliswaar sinds eind 1999 een lichte trend tot aanzanding van het zomerbed zien, maar deze ligt nog binnen de bandbreedte van de natuurlijke variatie. Tot eind 1999 leek er in zijn geheel geen trend tot aanzanding te bespeuren. Zodoende kan voorzichtig geconcludeerd worden dat de aanleg van de twee periodieke nevengeulen alleen niet tot aanzanding in het zomerbed heeft geleid. In combinatie met de Grote geul zou dit wel het geval kunnen zijn, maar dit is op dit moment nog niet aantoonbaar.

Met betrekking tot de (dwars)stroming zijn in de afgelopen jaren geen problemen ondervonden. Hiervoor kan al bijna definitief de conclusie getrokken worden dat de (dwars)stroming veroorzaakt door de nevengeulen in de Gamerensche Waard geen problemen voor de scheepvaart oplevert.

### *1b) Vaststellen of en in welke mate ongewenste neveneffecten voor de **veiligheid** optreden (erosie waterkering)*

De oevers van de twee periodieke nevengeulen in de Gamerensche Waard zijn het afgelopen jaar vrij stabiel geweest en hebben dus geen problemen veroorzaakt met betrekking tot de stabiliteit van dijken en kades. De opgetreden erosie van de oevers van de Grote geul is echter wel van een dusdanige aard dat aandacht op zijn plaats is. Met de erosie net stroomafwaarts van de brug (dichtbij de winterdijk) is het aan te bevelen hier versterkingsmateriaal aan te brengen. Deze erosie lijkt momenteel niet direct een gevaar voor de winterdijk, maar het is opnieuw duidelijk geworden dat de erosieve kracht van het water in de geul groot kan zijn.

### *1c) Vaststellen of en in welke mate ongewenste neveneffecten voor het **beheer** optreden (afzetting van al dan niet verontreinigd sediment)*

De bodem van de twee periodieke geulen vertoont een sterke ruimtelijke heterogeniteit, waardoor de toetsing aan het bouwstoffenbesluit bemoeilijkt wordt en de afzetmogelijkheden kleiner worden. Het afgezette materiaal op de bodem van de twee periodieke nevengeulen bestaat voor een groot deel uit nauwelijks verontreinigd zand. De aangetroffen gesedimenteerde kleien sliblagen zijn over het algemeen (zeer) dun. De verontreinigingsgraad van zowel het aangetroffen zand als slib lijkt geleidelijk af te nemen. In de twee periodieke nevengeulen in de Gamerensche Waard doen zich dus (vrijwel) geen problemen voor met afzetting van verontreinigd sediment. Wel is het, gezien de aanzanding in beide geulen, aannemelijk dat op termijn baggeren noodzakelijk is om de geulen stroomvoerend te laten blijven.

Omdat de Grote geul pas in 1999 is aangetakt is het te vroeg om betrouwbare uitspraken te doen over de mogelijke sedimentatie van, al dan niet verontreinigd, sediment in deze geul. De eerste resultaten lijken echter te wijzen op (veel) sedimentatie van zand (nauwelijks verontreinigd) en van relatief schoon (Waal)slib.

2a) *Vaststellen of en in welke mate de **ruimte voor de rivier** die de nevengeul biedt teniet wordt gedaan door de ontwikkeling van de vegetatie*

De berekeningen die het afgelopen jaar zijn uitgevoerd ten aanzien van de Maatgevende Hoogwaterstanden (MHW) voor zowel de situatie 1995 als de situatie 2000, tonen aan dat de huidige inrichting en begroeiing van de Gamerensche Waard tot lagere hoogwaterstanden leidt dan in de situatie van 1995. Waarschijnlijk zullen er in 2001 nadere analyses plaatsvinden.

2b) *Vaststellen welke beheersinspanning nodig is om het **permanent stromende karakter** van een nevengeul te behouden*

Tot nu toe is er geen beheersinspanning (baggeren) nodig geweest om de twee periodieke nevengeulen mee te laten blijven stromen. De geulen worden wel steeds verder opgevuld met zand, maar de drempel (hoogstgelegen dwarsdoorsnede) ligt nog steeds op dezelfde hoogte. Het is gebleken dat er door de Westgeul bij lage waterstanden minder en bij hoge waterstanden meer water stroomt dan volgens het ontwerp het geval zou zijn. Dit laatste zal waarschijnlijk zijn oorzaak hebben in de extra doorgang achter het regelwerk langs.

Beide geulen stromen wel een aanzienlijk groter deel van het jaar mee dan gepland; de drempels liggen lager dan in het ontwerp en de indertijd gehanteerde referentiereeks met betrekking tot rivierafvoeren is niet passend.

Over het eventueel dichtzanden van de Grote geul is nog niets te zeggen. De debietmetingen wijzen wel op een lager debiet dan waarvoor die is ontworpen.

2c) *Vaststellen van de effectiviteit van een **sedimentvang** in een nevengeul*

Hier is nog niets van te zeggen daar de periodieke nevengeulen in de Gamerensche Waard geen sedimentvang bevatten en er van de sinds oktober 1999 meestromende Grote geul met sedimentvang nog geen vergelijkingsmateriaal voorhanden is.

2d) *Vaststellen of en in welke mate de **doelsoorten** van het ecotoop **nevengeul** zich vestigen.*

De resultaten van de diverse soortsgroepen (flora, macrofauna en vis) wijzen er in ieder geval op dat de nevengeulen zorgen voor een habitat dat een groot scala aan soorten mogelijkheden biedt. Voor de flora zijn het met name de pionierplanten van (slikkige) oevers die er volop hun plek vinden. Ten aanzien van de macrofauna lijken met name de stroomminnende soorten van hard substraat en de (als larf) in de bodem levende muggen te profiteren van de aanwezigheid van de geulen. Het beeld voor de vis is nog iets minder duidelijk, maar ook hier lijken reofiele (stroomminnende) soorten te profiteren.

In een gebied als de Gamerensche Waard is momenteel een dusdanig grote variatie aan microhabitats (qua waterdiepte, stroomsnelheid, substraattypen, e.d.) aanwezig dat er voor een breed spectrum van organismen geschikte omstandigheden te vinden zijn. Indien de nevengeulen hydro-morfologisch voldoende actief blijven, dan kan deze variatie aan microhabitats lang aanwezig blijven. Of eigenlijk is het beter om te spreken van steeds weer opnieuw ontstaan (de autonome successie wordt steeds weer teruggezet).

3a) ***Verklaren van erosie- en sedimentatiepatronen** in de neven- en hoofdgeul en uitbreiden van bestaande hydrologische modellen op dit gebied*

Met betrekking tot de hydro-morfodynamiek hebben zich inmiddels al veel verrassingen voorgedaan (sterke erosie instroomopeningen, in de geulen sterke aanzanding in plaats van aanslibbing), waardoor zeker gezegd kan worden dat de kennis van dergelijke processen is toegenomen. Toch heeft dit er nog niet toe geleid dat er nu veel duidelijkere verklaringen voor de opgetreden fenomenen voor handen zijn; het heeft des te meer aangetoond dat er



rondom de hydro-morfodynamiek van nevengeulen een bepaalde mate van onvoorspelbaarheid hangt die waarschijnlijk inherent aan nevengeulen is.

Toch zal een verdere monitoring van de geulen in de Gamerensche Waard en in andere gebieden met andere (typen) nevengeulen (bijvoorbeeld met een sedimentvang aan het begin van de geul) wel degelijk bijdragen aan het inschatten van de bandbreedtes waarbinnen nevengeulen zich zullen gedragen. Door een goed anticiperend/dynamisch rivierbeheer kan dan alsnog ingegrepen worden indien die bandbreedtes overschreden worden.

3b) **Identificeren van faal-factoren in termen van habitat en ecotoxicologie voor doelsoorten** waarvan de vestiging uit- of achterblijft bij de verwachtingen, en voor zover mogelijk, **identificeren van succesfactoren voor vestiging van andere niet als doelsoort benoemde soorten.**

Gezien de samenstelling van de aangetroffen (in zijn algemeenheid gevoelige) macrofaunagemeenschap lijkt er voldoende geschikt habitat aanwezig voor de vestiging van diverse doelsoorten. Het nog niet overduidelijke succes met betrekking tot de visgemeenschap is waarschijnlijk toe te schrijven aan de steilheid van de taluds van de periodieke geulen in Gameren en aan het vrijwel ontbreken van oeverbegroeiing in deze geulen.

De resultaten van de ecotoxicologische testen lijken te wijzen op een geleidelijke afname van de toxische effecten van de bodem van de nevengeulen op de daarin aanwezige fauna. Ook het oorspronkelijk verwachte negatieve effect van de sterk wisselende waterstanden op toxicologische risico's lijkt gering.



## **Literatuurlijst**

- AquaSense (1998). Macrofauna in de Gamerensche Waard. Inventarisatie van twee nevengeulen en een strang, april 1998. Rapport AquaSense 98.1248b. AquaSense, Amsterdam.
- AquaSense (1998a). Ecotoxicologisch onderzoek in de Gamerensche Waard 1998a. In opdracht van: Dames & Moore, B.V. Rijswijk. Rapportnr.: 98.1191. AquaSense, Amsterdam.
- AquaSense (1998b). Ecotoxicologisch onderzoek in de Gamerensche Waard 1998b. In opdracht van: Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA, Lelystad. Rapportnr.: 98.1248b. AquaSense, Amsterdam.
- AquaSense (1999). Ecotoxicologisch onderzoek in de Gamerensche Waard 1999. In opdracht van: Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA, Lelystad. Rapportnr.: 99.1425. AquaSense, Amsterdam.
- AquaSense (2000). Ecotoxicologisch onderzoek in de Gamerensche Waard 2000. In opdracht van: Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA, Lelystad. AquaSense Rapportnr.: 1607. AquaSense, Amsterdam.
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1996). Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna, informationsberichte heft 4/96, München.
- Greijdanus-Klaas, M. (1997a). Methodebeschrijving voor het berekenen van dominantie, aantal taxa en BMWP/ASPT index. RIZA werkdocument 97.126X. RIZA, Lelystad.
- Greijdanus-Klaas, M. (1997b). Rekolonisatie gevoelige macro-invertebraten in het Nederlandse Rijnstroomgebied; literatuurrecherche en veldinventarisatie. RIZA werkdocument 97.125X. RIZA, Lelystad.
- Greijdanus-Klaas, M. (1999). Macro-invertebraten in de Maas, achtergronddocument watersysteemrapport Maas 1996. RIZA, Lelystad.
- Jans, L., T. Buijse, B. van der Heijdt, J. de Jonge, F. Kok, A. Sorber & M. van Wijngaarden (1998). Monitoring nevengeulen (1998-2003). Monitoringsprogramma voor nevengeulen in de Gamerensche, de Stiftse en de Afferdensche & Deestsche Waarden: morfologie, hydraulica, ecologie, bodemchemie en ecotoxicologie. Projectplan. RIZA werkdocument 98.071X. RIZA, Lelystad.
- Jans, L., A. Sorber, M. van Wijngaarden, E. Reinhold, B. van der Heijdt, A. van der Scheer, J. de Jonge & T. Buijse (1999). Monitoring nevengeulen Integrale jaarrapportage 1997/1998. RIZA Werkdocument 99.047X. RIZA, Lelystad.
- Jans, L., M. van Wijngaarden, J. Oosterbaan, M. Schropp, A. van der Scheer, J. Backx & J. de Jonge (2000). Monitoring nevengeulen Integrale jaarrapportage 1998/1999. RIZA Werkdocument 2000.034X. RIZA, Lelystad.
- Jansen, B.J.M. & J.J.G.M. Backx (1998). Biologische monitoring zoete rijkswateren: Ecotopenkartering Rijkstakken-oost 1997. RIZA rapport 98.054. RIZA, Lelystad.
- Kers, A.S., B. van Gennip & L. Jans (2000). Ecotopen- en struweelkartering Gamerensche Waard 2000. Rapport nr.: MD-GAE-2000.47. Meetkundige Dienst, Delft.
- Klink, A. (1989). The Lower Rhine. Palaeoecological analysis. In: G.E. Petts (ed.). Historical change of large alluvial rivers: western Europe. John Wiley & Sons Ltd. Pp. 183-201.

- Klink, A. (1999). Inventarisatie van de macrofauna in de nevengeulen in de Gamerense Waard 1999. Rapporten en Mededelingen nr. 63. Hydrobiologisch Adviesburo Klink, bv, Wageningen.
- Klink, A. (2000). Inventarisatie van de macrofauna in de nevengeulen in de Gamerense Waard; mei 2000. Rapporten en Mededelingen nr. 64. Hydrobiologisch Adviesburo Klink, bv, Wageningen.
- Klink, A., B. bij de Vaate (1994). De Tisza, een ecologische referentie voor makro-evertebraten in nevengeulen langs de Rijn? Hydrobiologisch Adviesburo Klink Rapp. Med. 50. Hydrobiologisch Adviesburo Klink bv, Wageningen.
- Maas, J.L., C. van de Guchte & F.C.M. Kerkum (1993). Methodebeschrijvingen voor de beoordeling van verontreinigde waterbodems volgens de TRIADE-benadering. Methodebeschrijvingen voor enkele bioassays, bioaccumulatiemetingen en veldstudies. RIZA nota: 93.027. RIZA, Lelystad.
- Merkx, J.C.A. (2000). Broedbemonstering van nevengeulen bij Gameren en Opijnen. Onderzoeksrapport OVB 00-05. OVB, Nieuwegein.
- Middelkoop, H. (1997). Embanked floodplains in the Netherlands. Proefschrift Universiteit Utrecht.
- Moog, O. (1995). Fauna aquatica Austriaca. Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Oesterreichs. Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Lieferung Mai 1999.
- Odé, B. & R. Beringen (2000a). Floristische inventarisatie nevengeulen, Gameren 2000. RIZA werkdocument 2000.163X / FLORON rapport 21. FLORON, Leiden.
- Odé, B. & R. Beringen (2000b). Floristisch meetnet oevers zoete rijkswateren 1999; uitwerking Rijntakken en evaluatie eerste ronde. RIZA Nota nr.: 2000.023, FLORON-rapport 20. FLORON, Leiden.
- Simons, J., C. Bakker & A. Sorber (2000). Evaluatie nevengeulen Opijnen en Beneden-Leeuwen 1993-1998. RIZA rapport 2000.040. RIZA, Lelystad.
- Sorber, A. (1999). Zomerbed Gameren september 1995 - februari 1998. Memo WSR 99-17. RIZA, Arnhem.
- Schropp, M., M. van Wijngaarden, A. van der Scheer & B. van der Heijdt (2000). Monitoring nevengeulen: morfologische en chemische monitoring geulen Gamerensche waard. Datarapportage 1998/1999. RIZA Werkdocument 2000.006X. RIZA, Lelystad.
- Schropp, M., M. van Wijngaarden, A. van der Scheer & B. van der Heijdt (2001). Monitoring nevengeulen: morfologische en chemische monitoring geulen Gamerensche waard. Datarapportage 1999/2000. RIZA Werkdocument 2001.003X. RIZA, Lelystad.
- van Beek, G. & R. Munts (1998a). Onderzoek macrofauna in het zomerbed van de Boven-Rijn en Waal mei 1998. Rapport nr. 98.037. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- van Beek, G. & R. Munts (1998b). Onderzoek macrofauna in kribvakken met en zonder palenrij in de Waal mei-juni 1998. Rapport nr. 98.036. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- van den Brink, C. (2001). MHW-berekeningen Gameren 2000. Memo Ryn 00-31 (H). RIZA, Arnhem.

***Bijlage 1. Locaties van de metingen/bemonsteringen in de Gamerensche Waard 2000.***

***Bijlage 2A. Luchtfoto's van de Oostgeul in 1985, 1997 en 2000.***

Lokale waterstand respectievelijk: 0.74, 2.21 en 2.22 m+NAP.

***Bijlage 2B. Luchtfoto's van de Westgeul in 1985, 1997 en 2000.***

Lokale waterstand respectievelijk: 0.74, 2.21 en 2.22 m+NAP.

### Bijlage 3. Toxic Unit Concept

Om vast te stellen welke in het sediment gemeten contaminanten een mogelijke rol speelt bij het tot stand komen van waargenomen negatieve effecten wordt het zgn. Toxic Unit-concept toegepast.

Hierbij worden voor standaardbodem gecorrigeerde concentraties gedeeld door de bijbehorende NOEC (NoEffectConcentration), en vervolgens de stoffen met eenzelfde werkingsmechanismen bij elkaar optellen. Indien de waarde groter is dan 1 bestaat er een matige kans op effecten; is de waarde groter dan 3 dan is de kans op effecten groot.

monster locatie	dat	sediment-karakterisering (*visueel)	V. fischeri	Thamnotox	Rotox	C. riparius	D. magna	klasse ENW	stof verantwoordelijk voor klasseindeling	TU-analyse		
										microtox	daphnia	chirinom
W5Z	98	slib	-			±	+	3	PAK, HCB, PCB, OCB	-	met, <b>PAK</b>	-
W7M	98	zand	-			-	.*	2	PAK, HCB, PCB	-	PAK	-
O3½M	98	slibbig zand	-			±	.*	3	HCB, PCB	-	PAK	-
S1	98	slib	±			-	±*					
S2	98	zandig slib	-			+	-	2	PAK, HCB			
W3Z	98	slib	-			-	-	0	-	-	-	-
W3N	98	zand	-			-	±	4	PAK, Kwik, Zink	-	met, PAK	met
W4N	98	slibbig zand	±			-	+	2	PAK, HCB, PCB	-	PAK	-
O5Z	98	slibbig zand	±			±	+	3	PAK, HCB, PCB	-	PAK	-
G6	99	slib	-	+	-	-	-	3	HCB, PCB, PAK	-	met, PAK	met
G15	99	slib	-	+	-	-	-	2	EOX, HCB, PCB, PAK	-	-	-
G19	99	slib	-	+	+	-	-	3	HCB, PCB, PAK	-	met, PAK	met
G25	99	zandig slib	-	+	-	-	-	3	Kwik, HCB, PCB, DDT, PAK	-	met, <b>PAK</b>	met, PAK
W2N	00	slibbig zand	-			-	-	2	HCB	-	PAK	-
W4N	00	grof zand	-			-	-	0*	*org.stof te laag voor WABOOS	-	-	-
O5Z	00	zandig slib	-			-	-	3	HCB, PAK, PCB	-	met, PAK	-
O32Z	00	slib	-			-	-	3	HCB, PCB	-	met, PAK	-

Resultaten bioassays, indeling verontreinigingsgraad sediment volgens ENW (Evaluatienota Water) met bijbehorende klasse bepalende verontreinigingen voor klasse 3 en 4.

TU-analyse: stofnaam geeft aan dat er een kans op effect is (TU-waarde >1); **stofnaam** vetgedrukt geeft aan dat er een grote kans op effecten is (TU-waarde >3). met = zware metalen



### Bijlage 4. Historische en recente karakteristieken van de ecotoxicologie-locaties

Monster locatie	historisch				recent			
	Jr	T/A	Situatie beschrijving	ENW, op basis van mengmonsters van verschillende locaties	jr	dynamiek	Situatie beschrijving	Sedimentatie / erosie
W5Z	94	T	in grasland nabij plasje	4(0.6-1.7); 0(2.5-4.0)	98	perm.ow	slib met een kleiondergrond	stabiel, zeer geringe slibafzetting
W7M	94	A	verbinding met Waal, aan rand, wel aquatisch	4(0.6-1.7); 0(2.5-4.0)	98	perm.ow	2m uit geul, op rand van grof zand	sedimentatie zand
O3½M/	94	T	grasland	3(0.7-1.7); 0(2.5-3.5)	98	perm.ow	slib, zeer slap, recent (0-10cm) met daaronder stevigere sliblaag (8cm) op bruinzand	sedimentatie zand (en slib)
S1	94	T/A	In plas die deels droog valt, droogvallend gedeelte	0(0.7-1.7); 0(1.0-2.0)	98	perm.ow	slib op klei.	sedimentatie slib
S2	94	A/T	in of nabij plasje (zie S1), iets natter	0(1.0-2.0)	98	perm.ow	midden in oude strang	sedimentatie slib?
W3Z	94	T	grasland	3(1.0-2.0)	98	perm.ow	dun laagje slap slib op oude klei	erosie, steilwand ontstaan
W3N	94	T	grasland	3(1.0-2.0)	98	perm.ow	oude (blauw) kleilaag met dun laagje slib en aeratie	sedimentatie zand
W4N	94	T	grasland		98	perm.ow	slib	sedimentatie zand
O5Z	94	T	grasland, nabij laag nat gedeelte	3(0.7-1.7); 2(1.0-2.0)	98	perm.ow	slib, slap, iets zandig op kleiige laag	stabiel
G6	94	A	In plas	0(1.0-2.0)	00	enkele keren onderwater	slib in delaaqte achter het zandpakket	sedimentatie slib
G15	94	A	in sloot naar zandwinput	2(1.0-2.0); 2(4.0-5.5)	99	perm.ow	1 cm slap materiaal, verder stevig klei. veel waterplanten, geïsoleerde strang	dun laagje slib gesedimenteerd
G19	94	A	in zandwinput		99	perm.ow	2 cm slap slib, daarna steviger, eenzijdig aangetakte zandwinput	lichte sedimentatie slib
G25	94	T	grasland	3(0.7-1.5); 0(3.0-4.0)	99	perm.ow	slap slib, iets aeratie, iets blauw, eenzijdig aangetakte zandwinput	lichte sedimentatie slib
W2N	94	T	grasland		99	perm.ow	slap slib met iets zand, eenzijdig aangetakte zandwinput	sedimentatie slib
O32Z	94	T	grasland	3(0.7-1.7); 0(2.5-3.5)	00	perm.ow	dun laagje slib p het zand	sedimentatie zand en dun laagje slib
					00	enkele malen	stukjes klei in laagte	sedimentatie slib en geërodeerde klei

## Bijlage 5. Ecotoxicologische risico-locaties en de effecten

### Situaties/omstandigheden

Situaties waaronder organismen een verhoogd risico lopen effecten te ondervinden van toxische stoffen ten gevolge van nevengeul-specifieke zaken, doordat de mobiliteit/beschikbaarheid van toxische stoffen groter is dan het 'normaal' zou zijn.

Situatie	veranderd risico	code	Sterkte effect
terrestrische bodem wordt waterbodem	metalen: beschikbaarheid minder bij gelijkblijvende pH	A	-
	metalen: bij lager wordende pH (uiterwaard vaak hoger dan waterbodem) beschikbaarheid hoger	B	+ / ++
	PAK: beschikbaarheid hoger?	C	+
afgraven bodem	mobilisatie >>> verhoogde beschikbaarheid door beweging	D	+
opbrengen bodem	mobilisatie >>> verhoogde beschikbaarheid door beweging	E	+ (n.b.: heeft nergens plaats-gevonden)
wisselend nat <> droog (meer dan enkele keren per jaar)	verhoogde beschikbaarheid (in oplossing raken) door dynamiek	F	+
jonge leeftijd sediment (bijv. door sedimentatie vers materiaal)	minder ageing en metabolisatie dus hogere beschikbaarheid (met name PAK's)	G	± / +

### Risico's voor elke locatie

		A/B/C/D <sup>1</sup>	F	G <sup>2</sup>	totaal risico
W5Z	98	+		±	±±
W7M	98				
O3½M	98	+	+		++
S1	98	+		±	±±
S2	98	+		±	±±
W3Z	98	+			+
W3N	98	+			+
W4N	98	+			+
O5Z	98	+	+		++
G6	99		+	±	±±
G15	99			±	±
G19	99			±	±
G25	99	+		±	±±
W2N	00	+			+
W4N	00	+	+		++
O5Z	00	+	+	±	+++±
O32Z	00	+	+	±	+++±

- 1) pH historisch en huidig onbekend. Voor inschatten effect er vanuit gegaan dat onder water de pH enigszins lager is dan de terrestrische bodem (gelegen in diepere lagen, want waarschijnlijk is alles afgegraven), waardoor het toxisch risico groter is (+). Code A t/m D zijn daarom samengenomen; zowel als het van oorsprong terrestrische bodem betreft als dat het van een deels droogvallende locatie komt.
- 2) indien sedimentatie van slib dit aangegeven met ±; sedimentatie van zand, een stabiele situatie of erosie is niet als verhoogd risico meegenomen.

## Locaties met verhoogd risico

++±	O32Z, O5Z('00)
++	O5Z('98), O31/2M, W4N('00)
+±	W5Z, S1, S2, G6, G25, W3N
+	W3Z, W4N('98), W2N
±	G15, G19
geen	W7M

### Vergelijking 'Risico-locaties' met resultaten van de bioassays

Bij de interpretatie is het uiteraard van belang niet alleen te kijken of sprake is van een locatie met verhoogd risico, maar ook wat de concentratie is van de aanwezige toxische stoffen. Een 'verhoogd-risico-locatie' waar geen toxische stoffen zijn, vormt uiteraard geen risico!

De meest risico-volle locaties (O32Z en O5Z('00)) zijn in 2000 bemonsterd. Hoewel ze een verontreinigings klasse 3 hebben gaven ze beide geen effecten in de bioassays. O5Z is ook in '98 bemonsterd (eveneens klasse 3); toen was het de enige locatie die in 3 testen effecten gaf. In 1998, is in de Oost en West geul op alle locaties die afgegraven zijn en een bepaalde mate van verontreiniging vertonen (>klasse 0), een effect gevonden in de bioassays.

W7M is de enige locatie die in '98 bemonsterd was die voor de aanleg van de nevengeulen ook al aquatisch was. Hoewel klasse 2, vertoonde deze locatie geen effecten in de bioassays. W3Z vertoonde ook geen effect, wat te verklaren is uit het feit dat hier geen verontreinigingen aanwezig waren (klasse 0).

Uit de resultaten van de kleine nevengeulen (oost en west) komen dus inderdaad aanwijzingen dat er na graafwerkzaamheden, waarbij terrestrische bodem aquatisch wordt, er meer toxische effecten gevonden worden; dit lijkt echter een tijdelijk effect te zijn.

Drie van de vier locaties in de Grote Geul waren al aquatisch voor de geul aangelegd werd. Dit verklaart mogelijk de geringe effecten die in de testen waargenomen zijn. Ook de van oorsprong terrestrische locatie G6 liet echter alleen effect zien in de Thamnotox toets.

Bekijken we het verhoogd risico dat mogelijk ontstaat doordat er een wisseling plaatsvindt van nat naar droog en v.v., dan blijkt dat m.u.v. O5Z, bij geen van de andere 4 locaties waarbij dit risico aanwezig is sprake te zijn van sterkere effecten in de bioassays.



***Bijlage 6. Ecotoopkaart Gamerensche Waard 2000***

***Bijlage 7. Verspreidingskaart bomen en struiken Gamerensche Waard 2000***

## Bijlage 8. Visvangsten 1998-2000

N.B. De totaalvangsten zijn weergegeven (alle vistuigen).

### Gamerensche Waard

	14-aug-1998	10-jun-1999	01-jul-1999	06-aug-1999	28-sep-1999	14-jun-2000	04-sep-2000
<b>Rheofiel A</b>							
barbeel	1	282	39			3993	6
kopvoorn	1			2			12
serpeling	1	1	5	133	8	14	1
sneep				29	7	34	8
<b>Rheofiel B</b>							
rievergrondel	71	3	10	262	2	152	139
roofblei	19	4	5	6	57	269	32
winde		4	100	4	96	242	7
<b>Rheofiel C</b>							
bot	1						
grote marene?			1				
<b>Eurytoop</b>							
alver	166	6	20	139	103	9	150
baars	19	12		54	181	187	4
blankvoorn	98	84	57	127	10071	164	36
brasem	259	190	40	205	2112	4	6
cyprinide		35	1				
hybride cypriniden				1	100		
karper		1	7				
kolblei	44	4	5	96			
pos	76		1	5	19	25	3
snoek		3	12				1
snoekbaars	80	63	30	2	3	148	3
<b>Limnofiel</b>							
kroeskarper							3
ruisvoorn	1				2		
<b>Totaal rheofiel A</b>	<b>3</b>	<b>283</b>	<b>44</b>	<b>164</b>	<b>15</b>	<b>4041</b>	<b>27</b>
<b>Totaal rheofiel B</b>	<b>90</b>	<b>11</b>	<b>115</b>	<b>272</b>	<b>155</b>	<b>663</b>	<b>178</b>
<b>Totaal rheofiel C</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Totaal eurytoop</b>	<b>742</b>	<b>398</b>	<b>173</b>	<b>629</b>	<b>12589</b>	<b>537</b>	<b>203</b>
<b>Totaal limnofiel</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
<b>Totaalvangst</b>	<b>837</b>	<b>692</b>	<b>333</b>	<b>1065</b>	<b>12761</b>	<b>5241</b>	<b>411</b>
<b>Percentage rheofiel</b>	<b>11</b>	<b>42</b>	<b>48</b>	<b>41</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	<b>50</b>
<b>Inspanning</b>	<b>8</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>22</b>	<b>13</b>
<b>Soortenrijkdom</b>							
rheofiel A	3	2	2	3	2	3	4
rheofiel B	2	3	3	3	3	3	3
rheofiel C	1	0	1	0	0	0	0
eurytoop	7	8	8	7	6	6	7
limnofiel	1	0	0	0	1	0	1
<b>Totaal</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>15</b>

# Opijnen

	08-jun-1998	29-jun-1998	10-aug-1998	23-sep-1998	11-jun-1999	02-jul-1999	05-aug-1999	29-sep-1999	13-jun-2000	05-sep-2000
<b>Rheofoel A</b>										
barbeel	261	1	54	1	5	34		1	28	3
kopvoorn	24	3		3		2		24	1	9
riverprik					1					
serpeling	2		5			3	5	14	6	2
sneep					54		9	22	3	1
<b>Rheofoel B</b>										
kliene modderkruiper										2
rivergrondel	676	445	29	3	13	4	16		61	56
roofblei	286	25	136	12	2	47	14	27		31
winde	3820	189	269	27	13	173	59	91	5	32
<b>Rheofoel C</b>										
bot										2
driedoornige stekelbaars			4	1		5				
<b>Eurytoop</b>										
alver	59	23	430	198		49	19	261		118
baars	50	8	71	46		103	9	91	11	37
blankvoorn	221	178	780	57	21	1141	44	2578	27	67
brasem	29	17		267	605	3402	72	542	31	80
brasem/kolblei	4	11	1	19						
cyprinide	5				84					
hybride cypriniden	2			1				10		2
karper						18				
kolblei	3	50	26	14	4	77	32		13	80
paling	1			1				3	1	1
pos	74	45	21	15		53	10	376	3	10
snoek						1				
snoekbaars	202	11		1	42	82	11	18	20	6
<b>Limnofiel</b>										
ruisvoorn							1			
<b>Totaal rheofoel A</b>	<b>287</b>	<b>4</b>	<b>59</b>	<b>4</b>	<b>60</b>	<b>39</b>	<b>14</b>	<b>61</b>	<b>38</b>	<b>15</b>
<b>Totaal rheofoel B</b>	<b>4782</b>	<b>659</b>	<b>434</b>	<b>42</b>	<b>28</b>	<b>224</b>	<b>89</b>	<b>118</b>	<b>66</b>	<b>121</b>
<b>Totaal rheofoel C</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<b>Totaal eurytoop</b>	<b>650</b>	<b>343</b>	<b>1329</b>	<b>619</b>	<b>756</b>	<b>4926</b>	<b>197</b>	<b>3879</b>	<b>106</b>	<b>401</b>
<b>Totaal limnofiel</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Totaalvangst</b>	<b>5719</b>	<b>1006</b>	<b>1826</b>	<b>666</b>	<b>844</b>	<b>5194</b>	<b>301</b>	<b>4058</b>	<b>210</b>	<b>539</b>
<b>Percentage rheofoel</b>	<b>89</b>	<b>66</b>	<b>27</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>34</b>	<b>4</b>	<b>50</b>	<b>26</b>
<b>Inspanning</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>15</b>
<b>Soortenrijkdom</b>										
rheofoel A	3	2	2	2	3	3	2	4	4	4
rheofoel B	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4
rheofoel C	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1
eurytoop	8	7	5	8	4	9	7	7	7	8
limnofiel	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>Totaal</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>17</b>



## **Bijlage 9. Monitoringsplan nevengeul Opijnen vanaf 2001**

Op basis van het inmiddels gereed zijnde evaluatierapport over de nevengeulen bij Opijnen en Beneden-Leeuwen (Simons et al., 2000) is het volgende monitoringsplan voor Opijnen geschreven<sup>5</sup>. Er is ook getracht zoveel als mogelijk aan te sluiten bij het bestaande monitoringsplan met betrekking tot nevengeulen in de Gamerensche Waard (en in de Afferdensche & Deestsche waard en in de Stiftse waard) (Jans *et al.*, 1998).

De voortzetting van de monitoring van de nevengeul Opijnen is gebaseerd op de volgende doelstellingen:

### **Referentie**

Door de relatief lange tijdreeks (sinds 1993) die inmiddels van deze nevengeul is opgebouwd, kan de nevengeul Opijnen een referentierol vervullen. In die zin, dat jaarlijkse resultaten van de monitoring van nevengeulen hierdoor geplaatst kunnen worden in een langjarige reeks. Hierdoor zijn toevallige schommelingen/variaties in de resultaten veel beter te scheiden van echte trends/verschillen. Ecologische ontwikkelingen in dergelijke dynamische gebieden vertonen een grote mate van variatie in de tijd, waardoor vergelijkingsmateriaal onontbeerlijk is om een goede analyse te kunnen maken. De tijdreeks van de nevengeulen in Gameren zijn hier nog minder geschikt voor omdat deze korter is (sinds 1997/1998).

### **Ecologische waarde**

Hoewel de ecologische effecten van de nevengeul Opijnen al sinds 1993 gevolgd worden, dient gerealiseerd te worden dat in een ecologische context deze periode nog niet lang is. In feite bevindt de ecologische ontwikkeling zich nog in een beginstadium. Daadwerkelijke vestiging en handhaving van soorten heeft vaak meer tijd nodig. Ook treden er nog ecologische veranderingen op als gevolg van de veranderende morfologie van de geul. Voor een goed begrip van de potentiële ecologische meerwaarde van nevengeulen is het van essentieel belang om de ontwikkeling van enkele groepen organismen goed te volgen. Hierbij zal de monitoring zich alleen richten op de sterk aan stromend water gebonden soortsgroepen: (aquatische) macrofauna, vissen, steltlopers en vegetatie.

### **(Hydro-)morfologische processen**

Uit de resultaten van de monitoring 1993-1998 is duidelijk geworden dat de nevengeul nog flink in ontwikkeling is. Tot nu toe is de geul steeds verder dicht gezand, waardoor de geul steeds minder vaak meestroomt. Om de ecologische ontwikkelingen goed te kunnen begrijpen en om de kennis omtrent de hydro-morfologische processen in nevengeulen verder te kunnen uitbouwen is voortzetting van de hydro-morfologische monitoring noodzakelijk. Alleen dan kunnen toekomstige ontwerpen van nevengeulen aan kwaliteit winnen.

Om voor bovenstaande doelstellingen voldoende informatie te verkrijgen is een meetprogramma nodig. Dit meetprogramma is inmiddels geïntegreerd met het meetprogramma voor de nevengeulen in de Gamerensche Waard.

Hieronder volgt nog een verdere onderbouwing/uitwerking van de verschillende onderdelen.

---

<sup>5</sup> N.B. De monitoring van de nevengeul Beneden-Leeuwen wordt niet gecontinueerd/heropgestart vanwege de volgende twee redenen:

- Minder directe betrokkenheid/belang van Rijkswaterstaat
- De tijdreeks is moeilijk en vaak niet goed te analyseren gezien de continue inrichtingswerkzaamheden (zowel in het verleden als in de nabije toekomst)

### *Hoogteligging nevengeul*

Om de mate en snelheid van aanzanding in de nevengeul zelf goed te kunnen volgen zijn jaarlijkse (langs)peilingen nodig. Hiermee kan geanalyseerd worden hoe die hoogteligging varieert in de tijd in relatie tot de Waalafvoer. Geleidelijk kan het daarmee steeds meer bijdragen aan het beantwoorden van de vraag: “Hoe snel zandt een nevengeul in de Waal dicht?”.

Bovendien is informatie over hoogteligging en daarmee waterdiepte van belang voor de interpretatie van ecologische resultaten. Voor deze ecologische aspecten is het ook van belang om de hoogteligging van de flauwe oevers te weten; hiervoor volstaan een tweejaarlijkse waterpassingen (dwarsrichting).

### *Debiet*

De debietmetingen zullen met dezelfde methodiek en frequentie voortgezet worden als in eerdere jaren. Doorgaande debietmetingen zullen duidelijkheid geven over de veranderingen in de onttrekking van debiet door de geul als gevolg van een andere hoogteligging/morfologie (aanzanding).

### *Vegetatie*

De samenstelling en ontwikkeling van de vegetatie in de nevengeul en op de oevers van de nevengeul speelt een belangrijke rol bij het bepalen van het ecologisch rendement van de nevengeulen.

De specificatie van de methode van het floristisch meetnet zoals deze wordt gehanteerd voor de monitoring van de vegetatie in andere nevengeulen (Odé & Beringen, 1998) is aan te bevelen. Met deze methodiek valt gemakkelijker een kwantitatieve vergelijking te maken tussen de flora van nevengeulen en natuurontwikkelingsprojecten en die van uiterwaarden elders langs de Waal. Deze floristische inventarisatie kan in een frequentie van eens in de vier jaar plaatsvinden. Het kan het best aansluiten op meetjaren van de metingen van de vegetatie in andere nevengeulen langs de Waal én het peiljaar van de meting van de flora in het floristisch meetnet langs de Waal (hetgeen betekent dat deze inventarisatie niet in 2001 zal plaatsvinden). Daarnaast is het aan te bevelen om bij veldbezoeken gericht te checken of er waterplanten in de geulen aangetroffen worden. Dit gezien de grote mate van dynamiek van waterplanten in het rivierengebied en de onzekerheid over de mogelijke potenties van nevengeulen voor waterplanten.

### *Macrofauna*

In principe voortzetting huidige reeks en methodiek. Het nut om zowel in het voorjaar als in het najaar te bemonsteren is voldoende aangetoond. Hoewel de jaarlijkse variatie in soortensamenstelling en dichtheid groot is, lijkt een voortzetting van de om het jaar bemonstering toch voldoende om de ontwikkelingen in de macrofaunagemeenschap in Opijnen te volgen. Om een betere vergelijking met andere data (MWTL, IRC) mogelijk te maken kan het zijn dat er een bijstelling van de meetjaren nodig is. De meetjaren van de MWTL en IRC zijn echter nog niet definitief bekend (op zijn vroegst weer een bemonstering in 2003). Mede ter referentie van de macrofauna-resultaten van Gameren kan het toch wenselijk zijn om gegevens van Opijnen van 2001 te hebben. Zodoende zal in 2001 Opijnen wel bemonsterd worden, maar nog niet gedetermineerd.

### *Vis*

Voortzetting van de specifieke aandacht voor (vooral) jonge vis is wenselijk. Door de grote fluctuaties in aantallen vis en de samenstelling van de visgemeenschap door het jaar heen is monitoring van vis een momentopname. Voor Opijnen is er vanaf november 1993 regelmatig en in minimaal drie perioden (mei, augustus en november) gemeten. Hierdoor is er van deze geul een goede dataset opgebouwd, waardoor bij verdere voortzetting veranderingen in het gebied en de gevolgen hiervan voor vissen gesignaleerd kunnen worden. Jaarlijkse vervolgbemonsteringen in juni en augustus zullen een goede indruk blijven geven van de functie van de nevengeul voor het opgroeien van vis.

Qua methodiek zal aangesloten worden/blijven op de methode van bevissing (met behulp van zegens en kuil) zoals deze heeft plaatsgevonden in het onderzoeksprogramma “Kansen voor stroomminnende vissen”.

Om meer informatie te verkrijgen over de geschiktheid van nevengeulen als paaigebied voor reofiele vis zal in 2001 ook de volwassen vis gedurende de paaiperiode bemonsterd worden.

### *Steltlopers*

Informatie over de aanwezigheid van foeragerende steltlopers in en om de geul geeft bruikbare informatie over de rol van nevengeulen in het voedselweb van de Rijn. Het geeft meer duidelijkheid over hoe een dergelijk nieuw habitat als ondiep stromend water kan doorwerken in de hogere trofische niveaus.

De tot nu toe gehanteerde methode en het aantal tellingen per jaar voldoen uitstekend en kan op dezelfde manier voortgezet worden.



## ***Bijlage 10. Rapportages/publicaties verschenen binnen het project monitoring nevengeulen***

### **1998**

Jans, L., T. Buijse, B. van der Heijdt, J. de Jonge, F. Kok, A. Sorber & M. van Wijngaarden (1998). Monitoring nevengeulen (1998-2003). Monitoringsprogramma voor nevengeulen in de Gamerensche, de Stiftse en de Afferdensche & Deestsche Waarden: morfologie, hydraulica, ecologie, bodemchemie en ecotoxicologie. Projectplan. RIZA-werkdocument 98.071X. RIZA, Lelystad.

AquaSense (1998b). Ecotoxicologisch onderzoek in de Gamerensche Waard 1998b. In opdracht van: Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA, Lelystad. Rapportnr.: 98.1248b. AquaSense, Amsterdam.

AquaSense (1998c). Macrofauna in de Gamerensche Waard. Inventarisatie van twee nevengeulen en een strang, april 1998. In opdracht van: Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA, Lelystad. Rapportnr.: 98.1248b. AquaSense, Amsterdam.

Odé, B. & R. Beringen (1998). Floristische inventarisatie Nevengeulen 1998. RIZA Werkdocument 98.160X / FLORON-rapport 11. Stichting FLORON, Leiden.

### **1999**

Sorber, A., M. van Wijngaarden, B. van der Heijdt & A. van der Scheer (1999). Monitoring nevengeulen: morfologische en chemische monitoring Oost- en Westgeul Gamerensche waard. Datarapportage 1997/1998. RIZA Werkdocument 99.012X. RIZA, Lelystad.

Jans, L., A. Sorber, M. van Wijngaarden, E. Reinhold, B. van der Heijdt, A. van der Scheer, J. de Jonge & T. Buijse (1999). Monitoring Nevengeulen. Integrale jaarrapportage 1997/1998. RIZA werkdocument 99.047X. RIZA, Lelystad.

Sorber, A. (1999). Zomerbed Gameren september 1995 - februari 1998. Memo WSR 99-17. RIZA, Arnhem.

AquaSense (1999). Ecotoxicologisch onderzoek in de Gamerensche Waard 1999. In opdracht van: Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA, Lelystad. Rapportnr.: 99.1425. AquaSense, Amsterdam.

Klink, A. (1999). Inventarisatie van de macrofauna in de nevengeulen in de Gamerense Waard 1999. Hydrobiologisch Adviesburo Klink, bv, Wageningen.

### **2000**

AquaSense (2000). Ecotoxicologisch onderzoek in de Gamerensche Waard 2000. In opdracht van: Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA, Lelystad. AquaSense Rapportnr.: 1607. AquaSense, Amsterdam.

Bijker, A. (2000). Het optreden van drift van macrofauna in de meestromende nevengeul bij Opijnen. Productverslag. Stageverslag. SAXION Hogeschool IJsselnd, Deventer.

Jans, L., M. van Wijngaarden, J. Oosterbaan, M. Schropp, A. van der Scheer, J. Backx & J. de Jonge (2000). Monitoring nevengeulen. Integrale jaarrapportage 1998/1999. RIZA Werkdocument 2000.034X.

Kers, A.S., B. van Gennip & L. Jans (2000). Ecotopen- en struweelkartering Gamerensche Waard 2000. Rapport nr.: MD-GAE-2000.47. Meetkundige Dienst, Delft.

Klink, A. (2000a). Inventarisatie van de macrofauna in de nevengeulen in de Gamerense Waard; mei 2000. Rapporten en Mededelingen nr. 64. Hydrobiologisch Adviesburo Klink, bv, Wageningen.

Klink, A. (2000b). Inventarisatie van de macrofauna in de nevengeulen in de Gamerense Waard; najaar 2000. Rapporten en Mededelingen nr. 69. Hydrobiologisch Adviesburo Klink, bv, Wageningen.

Klink, A. (2000c). Inventarisatie van de macrofauna in de nevengeul bij Opijnen 2000. Rapporten en Mededelingen nr. 67. Hydrobiologisch Adviesburo Klink, bv, Wageningen.

Merkx, J.C.A. (2000). Broedbemonstering van nevengeulen bij Gameren en Opijnen. Onderzoeksrapport OVB 00-05. OVB, Nieuwegein.

Odé, B. & R. Beringen (2000). Floristische inventarisatie nevengeulen, Gameren 2000. RIZA werkdocument 2000.163X / FLORON rapport 21. FLORON, Leiden.

Schropp, M.H.I. & L.H. Jans (2000). Morphological development of man-made side channels in the flood plain of the river Rhine. Proceedings International Workshop on Development and Mangement of Flood Plains and Wetlands (IWWF 2000). 5-8 September 2000. Beijing, China. Pp. 117-125.

Schropp, M., M. van Wijngaarden, A. van der Scheer & B. van der Heijdt (2000). Monitoring nevengeulen: morfologische en chemische monitoring geulen Gamerensche waard. Datarapportage 1998/1999. RIZA Werkdocument 2000.006X. RIZA, Lelystad.

Simons, J., C. Bakker & A. Sorber (2000). Evaluatie nevengeulen Opijnen en Beneden-Leeuwen 1993-1998. RIZA rapport 2000.040. RIZA, Lelystad.<sup>6</sup>

## **2001**

Schropp, M., M. van Wijngaarden, A. van der Scheer & B. van der Heijdt (2001). Monitoring nevengeulen: morfologische en chemische monitoring geulen Gamerensche waard. Datarapportage 1999/2000. RIZA Werkdocument 2001.003X. RIZA, Lelystad.

van den Brink, C. (2001). MHW-berekeningen Gameren 2000. Memo Ryn 00-31 (H). RIZA, Arnhem.

---

<sup>6</sup> N.B. Met betrekking tot de nevengeulen Opijnen en Beneden-Leeuwen zijn in de jaren 1993-1998 vele datarapportages verschenen. Deze rapporten zijn niet opgenomen in deze lijst.