

# ***Monitoring nevengeulen***

## ***Integrale jaarrapportage 1998/1999***

Luc Jans, Marjolein van Wijngaarden, Johan Oosterbaan, Max Schropp, Albert van der Scheer, Joost Backx en Jolande de Jonge

RIZA Werkdocument 2000.034X

maart 2000

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 .....	8
2 Gebiedsbeschrijving en uitgevoerd meetprogramma.....	11
2.1 Gamerensche Waard .....	11
2.2 Uitgevoerd meetprogramma.....	12
3 Morfologie en hydraulica .....	15
3.1 Inleiding .....	15
3.2 Bodemhoogte en morfologie .....	15
3.3 Zomerbed .....	18
3.4 Afvoeren.....	19
3.5 Stroomsnelheden .....	19
3.6 Bodemkwaliteit .....	20
4 Ecotoxicologie.....	23
4.1 Inleiding .....	23
4.2 Resultaten .....	23
5 Ecologie.....	25
5.1 Macrofauna.....	25
5.2 Vissen.....	31
6 Reflectie methodiek.....	35
6.1 Hoogtemetingen .....	35
6.2 Bodembemonstering.....	35
6.3 Peilingen zomerbed .....	35
6.4 Afvoermetingen.....	36
6.6 Macrofauna.....	36
6.7 Vissen.....	36
7 Reflectie organisatie en projectaanpak.....	39
7.1 Multidisciplinair .....	39
7.2 Tijdspad en rapportages .....	39
7.3 Meerdere typen nevengeulen .....	40
7.4 Vergelijking met landelijke trends .....	40
7.5 Samenstelling projectteam en meet/bemonsteringsinstanties .....	40
8 Discussie.....	43
Literatuurlijst.....	47
Bijlagen	
Bijlage 1. Locaties van de metingen/bemonsteringen in de Gamerensche Waard 1998/1999.....	49
Bijlage 2. Gevangen vis bij bemonsteringen tussen aug. 1998 en sept. 1999.....	51
Bijlage 3. Lijst van rapportages verschenen binnen het project monitoring nevengeulen. .	53



## **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:

1. 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
2. het **evalueren** van de **gewenste effecten**
  - a) vergroting afvoercapaciteit rivier
  - b) blijven de nevengeulen meestromen?
  - c) vestiging van de gewenste doelsoorten?
  - d) effectiviteit sedimentvang
3. het **vergroten** van de **proces-kennis** omtrent de thema's:
  - a) ecologisch herstel,
  - b) hydro-morfologische ontwikkeling
  - c) en het beheer van nevengeulen.

Hoewel het programma in principe betrekking heeft op vijf nevengeulen in drie verschillende uiterwaarden gaat deze rapportage vrijwel alleen in op de ontwikkelingen van nevengeulen in de Gamerensche Waard. Hier zijn in 1996 twee periodieke nevengeulenaangelegd. In de loop van 1999 is daar een grote permanent meestromende nevengeul bijgekomen. De realisering van de andere twee nevengeulen heeft namelijk vertraging opgelopen, waardoor daar nog geen metingen hebben plaatsgevonden. Het is echter van groot belang dat verschillende typen nevengeulen gemonitord worden. Alleen dan kan meer inzicht verkregen worden over de belangrijkste processen in en om een nevengeul, waarmee plannen voor de aanleg van nieuwe nevengeulen beoordeeld kunnen worden. Het programma is in 1998 officieel van start gegaan en heeft een looptijd van 5 jaar. Deze rapportage gaat in op de resultaten van het tweede jaar. Voor de twee periodieke nevengeulen betreft dit dus bevindingen over de periode twee tot drie jaar na realisering. Voor de Grote geul zijn het in feite nul-metingen van de situatie vlak voor het aantakken van de geul.

Voor het bereiken van bovenstaande doelstellingen is een multidisciplinair meetprogramma uitgevoerd, bestaande uit de disciplines: morfologie, hydraulica, ecologie, bodemchemie en ecotoxicologie.

Daar de inhoudelijke resultaten over de ontwikkelingen in deze nevengeulen slechts betrekking hebben op twee nevengeulen gedurende twee/drie jaar dienen de onderstaande resultaten als voorlopig te worden beschouwd:

- Ongewenste effecten voor de scheepvaart in de Waal nabij de Gamerensche Waard zijn tot nu toe niet vastgesteld. De aanleg van de twee periodieke nevengeulen in de Gamerensche Waard heeft tot nu toe niet tot aanzanding in de hoofdgeul geleid.
- Hoewel plaatselijk sterke erosie van de oevers van de nevengeulen is geconstateerd, is van een bedreigende erosie van de primaire waterkering absoluut geen sprake.
- De bodem van de nevengeulen vertoont een sterke ruimtelijke heterogeniteit, zowel qua fysische (korrelgrootte) als qua chemische (verontreiniging) karakteristieken. Het overgrote deel van het gesedimenteerde materiaal bestaat uit nauwelijks verontreinigd zand. De

aangetroffen gesedimenteerde klei- en sliedlagen zijn zeer dun, maar bestaan veelal wel uit zwaar verontreinigd materiaal (zink, PAK's).

- Hoewel er veel zand in de twee periodieke nevengeulen is gesedimenteerde, is er tot nu toe geen beheersinspanning (baggeren) nodig geweest om de geulen mee te laten blijven stromen (de drempels zijn namelijk niet hoger komen te liggen).
- De visgemeenschap van de twee periodieke nevengeulen in Gameren vertoont grote overeenkomst met die van de kribvakken in de Waal zelf. Waarschijnlijk hebben de periodieke nevengeulen in de Gamerensche Waard door hun steile taluds en hoge hydrodynamiek slechts een beperkte meerwaarde voor de visgemeenschap van de Waal.
- De stroomminnende macrofaunasoorten blijken in de twee periodieke nevengeulen beduidend meer voor te komen dan in de (in het voorjaar van 1999 nog niet stromende) Grote geul. Voor wat betreft de macrofauna is de ecologische meerwaarde van nevengeulen ten opzichte van geïsoleerde wateren overduidelijk. Hoe dit zit ten opzichte van (de kribvakken in) het zomerbed zal in de loop van 2000 duidelijker worden.
- De resultaten van de ecotoxicologische bioassays laten zien dat een hoge verontreinigingsgraad van de bodem niet per se hoeft te leiden tot problemen bij organismen. Een beperkte biologische beschikbaarheid kan betekenen dat organismen ondanks hoge concentratie toch geen last hebben van verontreinigingen. De relatie bodemverontreiniging, biologische beschikbaarheid en voorkomen van organismen (met name macrofauna) zal de komende jaren nader geanalyseerd worden.

Deze resultaten hebben geen aanleiding gegeven tot grote veranderingen in het monitoringsprogramma. Zodoende wordt in 2000 grotendeels hetzelfde programma uitgevoerd.

# 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). In 1999 is de eerste integrale jaar-rapportage over de gevonden resultaten voor het jaar 1998 verschenen (Jans *et al.*, 1999). Dit jaarrapport is een vervolg hierop en beschrijft de resultaten van juli 1998 t/m augustus 1999.

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 langzaam-stromend 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 gemoni-toord. 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

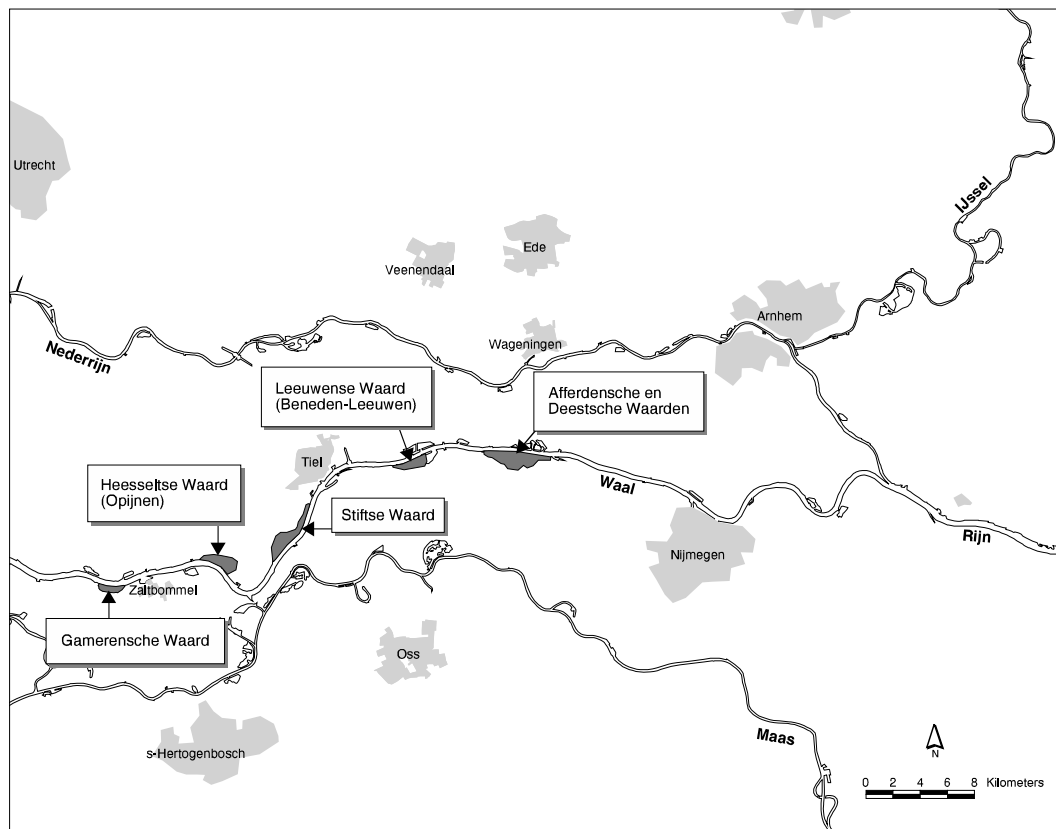
De doelstelling van het monitoringsprogramma nevengeulen (Jans *et al.*, 1998) is het voor-zien in de informatiebehoefte voor:

1. 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).
2. Het **evalueren** van de **gewenste effecten**
  - a) vaststellen of en in welke mate de **ruimte voor de rivier** die de nevengeul biedt te niet 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.
3. 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 1998/1999 wordt alleen ingegaan op de ontwikkelingen in de Gamerensche Waard. De twee nevengeulen in de Stiftse 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. In de vorige jaarrapportage (Jans *et al.*, 1999) werd ook nauwelijks aandacht geschonken aan de permanent meestromende grote nevengeul in de Gamerensche Waard, daar deze toen nog niet gerealiseerd was. Hoewel deze



Grote geul pas in oktober 1999 daadwerkelijk is gaan meestromen, en alle beschreven resultaten in deze rapportage gaan over de periode voor oktober 1999, wordt in dit rapport wel ingegaan op de resultaten met betrekking tot de 'nul-meting' van deze Grote geul.

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 zal in de loop van 2000 een evaluatierapport verschijnen (Simons & Bakker, *in prep.*). Daarna zal beoordeeld worden of en hoe monitoring van deze geulen opgenomen kan worden in het totaalprogramma monitoring nevengeulen. In dit jaarrapport zijn zodoende geen resultaten met betrekking tot deze twee geulen opgenomen.

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 1998/1999 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 enige reflectie met betrekking tot de organisatie van dit monitoringsprogramma plaats zal vinden. In hoofdstuk 8 vindt al een eerste vergelijking van de monitoringsresultaten met de doelstellingen plaats.

Het team van schrijvers van deze rapportage bestond uit:

Luc Jans (RIZA-IHO): Redactie, inleidende hoofdstukken, reflectie methodiek, reflectie organisatie en discussie

Max Schropp (RIZA-WSR): Morfologie en hydraulica

Marjolein van Wijngaarden (RIZA-WST): Morfologie en Sedimentkwaliteit

Bertie van der Heijdt (RIZA-WST) & Albert van der Scheer (RIZA-IHO): Sedimentkwaliteit

Johan Oosterbaan en Jolande de Jonge (RIZA-WSE): Macrofauna en ecotoxicologie

Joost Backx (RIZA-IHO): Vissen

N.B. Mede omdat dit slechts een tussentijdse rapportage betreft zijn sommige stukken tekst identiek aan de vorige jaarrapportage (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 (± 265 dagen/jaar)	november 1996	1
Oostgeul	buiten de zomerkade	periodiek (± 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. Het in het voorjaar van 1998 ingeschaarde vee is vanwege het opkomende hoogwater op 19 oktober 1998 uit het gebied gehaald. In de rest van 1998 en gedurende het gehele jaar 1999 heeft er in het door Staatsbosbeheer beheerde gedeelte van de Gamerensche Waard geen vee gelopen. Dit vanwege langdurig hoge rivierwaterstanden en de verdere werkzaamheden in verband met de realisering van de grote nevengeul. In het particuliere gedeelte heeft wel vee gelopen (mogelijk dat die net als in 1998 wel eens uit dit omrasterde gedeelte is gebroken en elders in de Gamerensche Waard heeft gelopen). Dit betekent dus dat het gebied meer dan een jaar lang vrijwel onbegraasd is geweest.

Overigens is vanwege de werkzaamheden voor de Grote geul een belangrijk deel van de zomerkade tussen die Grote geul en de Oostgeul in het najaar van 1999 kaal geschoven.

### Inrichtingswerkzaamheden in 1998/1999

In 1998 is een start gemaakt met de realisering van de Grote geul in de Gamerensche Waard. Hiertoe is een reguleringswerk (zomer/najaar 1998) met brug (zomer 1999) in het midden-gedeelte van deze geul aangelegd. Hierdoor stond de, voorheen grotendeels geïsoleerde, strang in het oostelijke deel van de uiterwaard vanaf ongeveer september 1998 in permanente verbinding met de Waal (via de voormalige zandwinput). Gedurende de zomer en het najaar van 1999 is de instroomopening en de verdere taluds van het oostelijke deel van deze grote nevengeul gerealiseerd. Dit alles heeft ertoe geleid dat op 13 oktober 1999 de Staatssecretaris voor Verkeer en Waterstaat, Mevr. de Vries, het natuurontwikkelingsproject de Gamerensche Waard officieel geopend heeft. Rond deze datum is de grote nevengeul ook daadwerkelijk permanent gaan meestromen.

De grond die vrijkwam bij het graven van het stroomopwaartse verbinding met de Waal is voor een groot deel in het diepe deel van de Grote geul (ten oosten van de toegangsweg) ge-

schoven. Deze werkwijze en bestemming komt enerzijds voort uit de ontgrondingsvergunning (er mag geen grond het gebied uit) en anderzijds uit de wens om de oevergradiënt meer geleidelijk te laten verlopen.

### **Baggeren zomerbed Waal**

In augustus 1999 is vlak voor de geulen (rivier-kilometer 936) en vlak na de geulen (km 939) zand in het zomerbed van de Waal weggebaggerd (respectievelijk 11.000 en 14.000 m<sup>3</sup>). De analyse betreffende veranderingen in hoogteligging van het zomerbed houdt (nog) geen rekening met deze gebaggerde hoeveelheden<sup>1</sup>.

FOTO 99D18

Er wordt de laatste 'hand' gelegd aan de instroomopening van de Grote geul in de Gamerensche Waard (oktober 1999).

## **2.2 Uitgevoerd meetprogramma**

In 1998/1999 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 1997/1998 zijn uitgevoerd (Jans *et al.*, 1999). De belangrijkste wijzigingen ten opzichte van dit projectplan (Jans *et al.*, 1998) zijn:

- Beperkte stroomsnelheids/debietmetingen
- Bodembemonstering (fysisch/chemisch) van de periodieke geulen één maal per jaar in plaats van twee maal.
- Geen tellingen van (water)vogels
- Geen metingen/bemonsteringen in de Stiftse waard en in de Afferdensche en Deestsche waard.
- Beperkte metingen/bemonsteringen van de Grote geul vanwege de vertraagde realisering.

---

<sup>1</sup> Dit kan betekenen dat de verandering in hoogteligging van het zomerbed enkele centimeters (2-5) onder- of overschat wordt.

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 over de periode juni 1998 tot en met september 1999.

Onderdeel	Locatie(s) (zie ook bijlage 1)	1998	1999
Peilingen zomerbed Waal	Waal nabij Gamerensche Waard	augustus en december	juni en september
Hoogtemetingen nevengeul	Westgeul en Oostgeul	juli	augustus
Bemonsteringen t.b.v. bodemanalyses (fysisch en chemisch)	Westgeul en Oostgeul Grote geul	21-24 september	23-25 augustus 17 mei
Debietmetingen	Westgeul Grote geul		30/8, 8/9, 29/9, 22/10 1/12
Bemonstering t.b.v. ecotoxicologie	Westgeul, Oostgeul en geïsoleerde strang		17 mei
Bemonstering macrofauna	Westgeul, Oostgeul en geïsoleerde strang		17 mei en 1 juli
Bemonstering vissen <sup>2</sup>	Westgeul (en Oostgeul)  Westgeul, Oostgeul en toekomstige Grote geul	14/8 en 22/9	7/5, 21/5, 28/5, 10/6, 1/7, 22/7 en 6/8  28/9

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

- Macrofauna: Klink (1999)
- Ecotoxicologie: AquaSense (1999)
- Morfologie/hydraulica en bodemchemie: Schropp *et al.* (2000)

Hieronder wordt slechts heel kort beschreven wat de metingen/bemonsteringen inhielden. Omdat voor wat betreft de visbemonsteringen geen aparte datarapportage is verschenen, wordt over de methodiek hiervan wel iets meer details gegeven.

Voor het vastleggen en bepalen van veranderingen in abiotiek in en om de nevengeulen zijn bodemhoogtemetingen (dwarsraaien) uitgevoerd, debietmetingen verricht en sedimentmonsters genomen. De bodemhoogtemetingen zijn verwerkt tot profielen. Van de sedimentmonsters is de textuur, de dikte van de bemonsterde laag en de chemische samenstelling bepaald. De raaien en de bemonsteringslocaties staan weergegeven in bijlage 1.

De debietmetingen zijn uitgevoerd met twee verschillende apparaten/methodieken:

Ten behoeve van de ecotoxicologische analyses zijn op vier locaties tegelijkertijd zowel sedimentmonsters als macrofaunamonsters genomen. Met deze sedimentmonsters zijn zowel bodemchemische als ecotoxicologische analyses uitgevoerd.

Voor de inschatting van de visgemeenschap van de geulen hebben bemonsteringen plaatsgevonden met behulp van diverse typen netten. Tijdens de twee bemonsteringen in 1998 is alleen de 0- groep<sup>3</sup> vis bemonsterd. In 1999 heeft de bemonstering van de wateren in de Gamerensche Waard voor een (belangrijk) deel binnen het onderzoek 'Kansen voor stroomminnende vissen' (Grift *et al.*, 1998) plaatsgevonden. Bij iedere bemonstering in 1999 is specifiek de 0- groep vis bemonsterd. Voor bemonstering hiervan zijn fijnmazige zegens en kuilen ingezet. Daarnaast is op 28 mei en 28 september grotere vis bemonsterd met een 100m

<sup>2</sup> Het grootste deel van deze bemonsteringen is uitgevoerd in het kader van het project 'Kansen voor stroomminnende vissen'. In deze rapportage komen wel de resultaten van alle bemonsteringen aan bod.

<sup>3</sup> Vis die dit jaar 'geboren' is.

zegen en een elektrisch schepnet. Bij iedere bemonstering is ten minste de Westgeul bemonsterd. De Oostgeul is alleen bemonsterd bij waterstanden waarbij de geul stroomde en voor een belangrijk deel dieper dan 0,5m was. Op 28 september is ook volwassen vis in de voormalige zandwinput en in de toen nog geïsoleerde strang bemonsterd (100m zegen en spankuil). In 1999 zijn ook steeds de kribvakken in de Waal die parallel aan de nevengeulen in Gameren liggen bemonsterd. Bovendien zijn binnen het project 'Kansen voor stroomminderende vissen' ook de nevengeul Opijnen en het eenzijdig aangetakte water Wetland Passewaaij bemonsterd. Vanwege de gestandaardiseerde bemonsteringsmethode kunnen de resultaten goed vergeleken worden. 0- groep 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 Inleiding**

De beschouwde meetperiode (juli 1998 t/m september 1999) kan als relatief nat beschouwd worden. De gehele periode werd gekenmerkt door een opeenvolging van relatief hoge afvoeren met daarin twee hoge afvoerpieken. Dit heeft consequenties gehad voor de watervoerendheid van de geulen: de Oostgeul heeft gedurende 70% van de tijd meegestroomd en de Westgeul nagenoeg de gehele periode. De morfologische veranderingen in de geulen zijn in hoge mate gestuurd door deze hoge waterstanden.

#### **3.2 Bodemhoogte en morfologie**

##### **Oostgeul**

In de Oostgeul is flink wat zand afgezet en is de in voorgaande jaren gevormde zandtong een stuk verder (stroomafwaarts) de geul ingeschoven. Tevens is er aan het begin van deze zandtong weer enige erosie waarneembaar. Nabij de instroomopening ligt het aanzandingsniveau nu op gelijke hoogte met de kruin van de drempel, waardoor deze zijn functie als regelwerk voor de afvoer heeft verloren. De maatgevende drempelhoogte van de geul is door deze sedimentatie echter ongewijzigd gebleven. De te onderscheiden morfologische eenheden zijn weergegeven in figuur 2. Het afgezette zandpakket is lokaal één tot twee meter dik, waarbij het uiterste gedeelte ongeveer 50 cm dik is. Aan de hand van de dwarsprofielen is berekend dat in de periode 1996-1999 op de bodem van de Oostgeul netto ca. 3.000 m<sup>3</sup> zand is afgezet, waarvan ca. 500 m<sup>3</sup> tussen juli 1998 en augustus 1999. De erosie nabij de instroom van de rechteroever van de Oostgeul gaat met een vergelijkbare snelheid aan voorgaande jaren ( $\pm$  10 m/jaar) voort. Sinds de oplevering is de steilrand ca. 40 meter achteruitgegaan (dit komt overeen met ca. 6.000 m<sup>3</sup> grond). Het steilrandje aan de linkeroever bij de instroomopening is niet van ligging veranderd, maar de erosie gaat wel geleidelijk door, hierbij komt voornamelijk kleilig materiaal in het water (als suspensie) en in de geul (brokken) terecht.

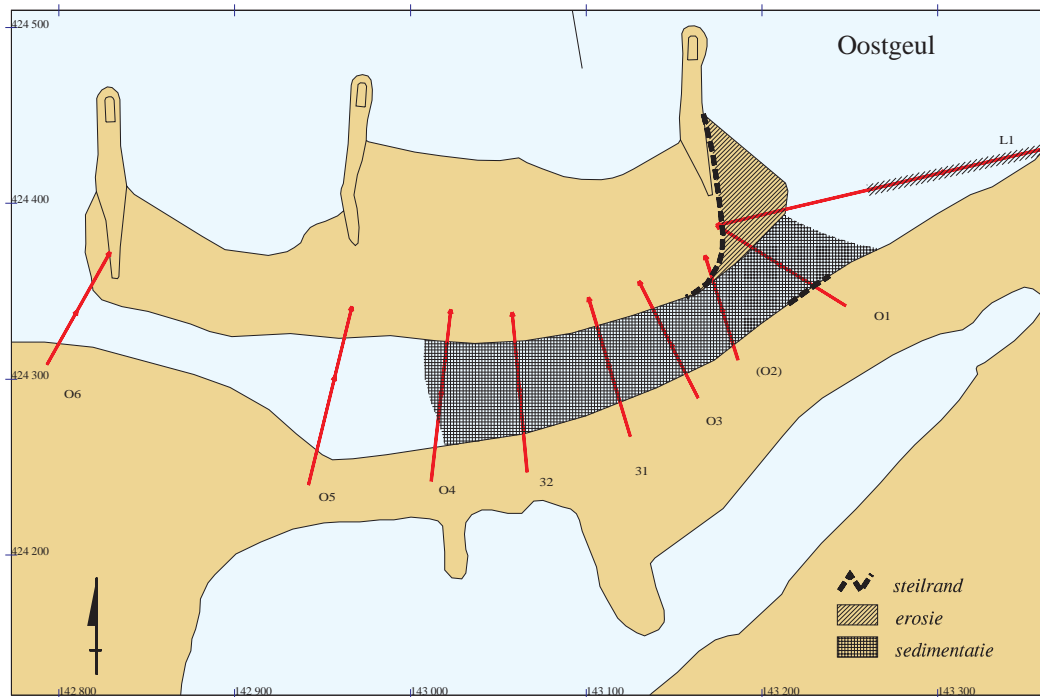
##### **Westgeul**

Ook in de Westgeul zet de morfologische ontwikkeling door: er ontstaat een geulen-platen patroon. De zandbank die zich ter hoogte van de raaien W2 en W3 aan de rechteroever had gevormd is smaller geworden, en de geul heeft zich aan de linkeroever ten opzichte van vorig jaar verdiept. Ter hoogte van raai W4 is in dit meetjaar in het midden van de geul een zandplaat ontstaan van ruim 1 meter dikte. Aan de linkeroever nabij de uitstroom ontstaat zelfs een zandplaat over bijna de gehele breedte van de geul. Sedimentatie van slib blijft beperkt tot enkele millimeters tijdens lage afvoeren in de diepere delen van de geul. De te onderscheiden morfologische eenheden zijn weergegeven in figuur 3. Tussen 1996 en 1999 is in de Westgeul ca. 11.000 m<sup>3</sup> zand afgezet, waarvan ca. 1.000 m<sup>3</sup> tussen juli 1998 en augustus 1999. De steilrand nabij de instroomopening is niet van ligging veranderd, de drempel die als regelwerk voor de afvoer fungeert, is nog steeds achterloopt. De morfologische veranderingen hebben niet geleid tot een wijziging in de maatgevende drempelhoogte van de geul.

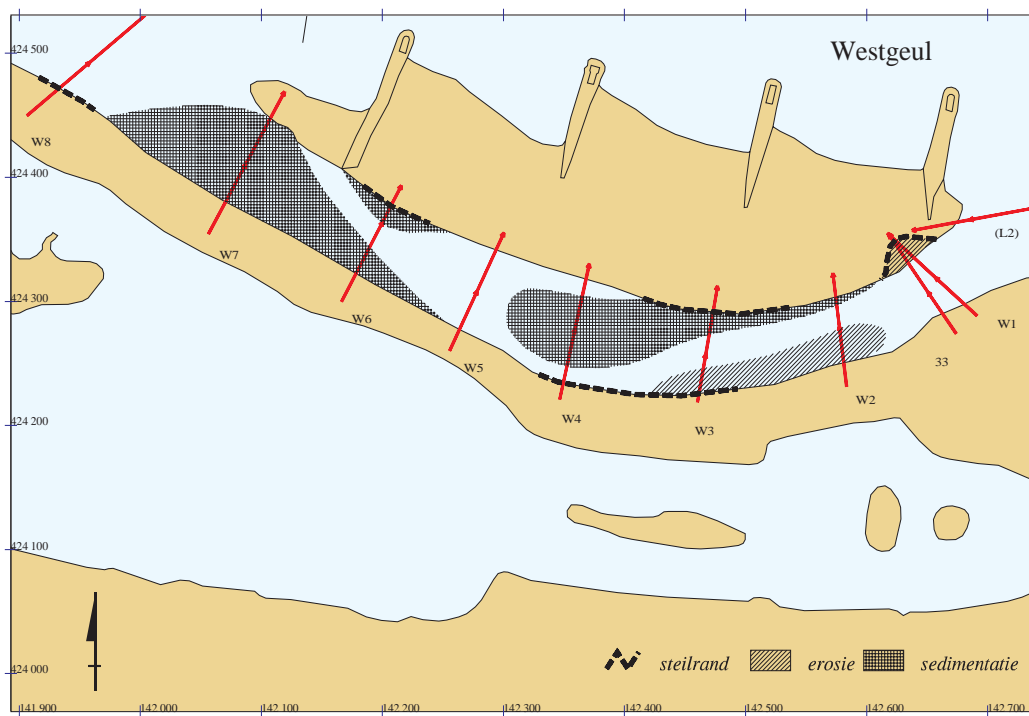
FOTO'S: 98A20, 99B9 en 00A12

Morfologische ontwikkeling Oostgeul in de Gamerensche Waard (respectievelijk juli 1998, augustus 1999 en januari 2000).





Figuur 2. Morfologische eenheden Oostgeul. De aangegeven erosie/sedimentatie is sinds aanleg in 1996.



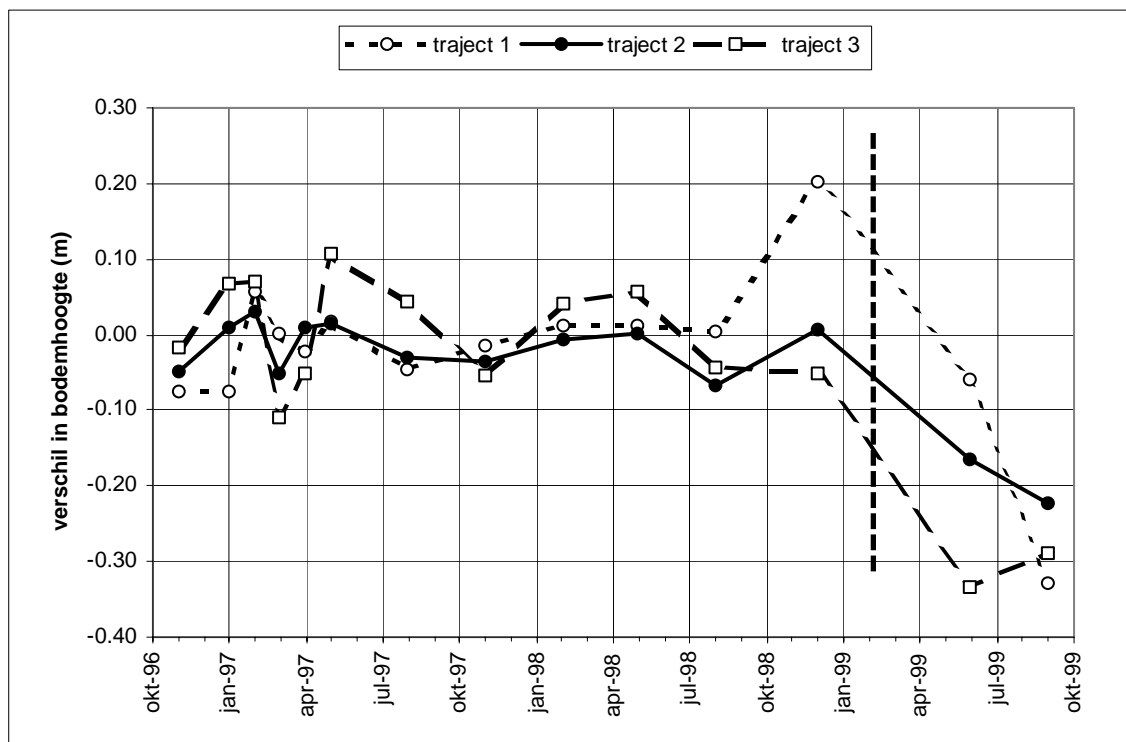
Figuur 3. Morfologische eenheden Westgeul. De aangegeven erosie/sedimentatie is sinds aanleg in 1996.

## Grote geul

De diepte/hoogtekaart van deze geul zal in een volgende rapportage gepresenteerd en beschreven worden. Wel is de T0-situatie ten aanzien van de bodemkwaliteit en -samenstelling in beeld gebracht. Daarbij valt op dat de diepe delen overwegend slibbig zijn en de ondiepe delen iets zandiger, alhoewel ook hier slib bijgemengd is. Met name in de diepere delen van de oostelijke oude strang en die van de zandwinput is de bodem overwegend slibbig, terwijl ten westen van de brug langs de oever meer zand wordt gevonden.

### 3.3 Zomerbed

Alle bodemliggingskaarten van het zomerbed laten ongeveer eenzelfde patroon zien, dit is kwantitatief uitgewerkt in figuur 4 voor drie riviertrajecten. Voor elk traject zijn per peiling de verschillen in gemiddelde bodemligging ten opzichte van de 'nul-peiling' van september 1996 uitgezet. Tot augustus 1998 is er nauwelijks enige variatie in bodemligging, en de trend van traject 2 (ter hoogte van de nevengeulen) wijkt niet significant af van de trend in de trajecten 1 of 3 (voor en na de nevengeulen). Tussen augustus en december 1998 neemt de bodemhoogte iets toe, hetgeen toe te schrijven is aan het hoogwater van november 1998. De toename zit echter vooral op traject 1 (bovenstrooms van Gameren), en kan dus niet veroorzaakt zijn door de nevengeulen. Een schijnbare afname van de bodemhoogte is te zien tussen december 1998 en juni 1999, maar dit is te wijten aan de overstap van het singlebeam- naar het multibeam-peilsysteem. Het verschil tussen de peilingen van juni en september 1999, allebei uitgevoerd met multibeam, is weer nagenoeg nul. Zodra een groter aantal multibeampeilingen beschikbaar is, zal een correctiefactor worden afgeleid voor deze systematische fout in het singlebeamsysteem. Een onderzoek aan de hand van verschilpeilingen (Sorber, 1999) heeft uitgewezen dat het vaarbaanprofiel bij OLR (Overeengekomen Lage Rivierstand) niet kleiner is geworden.



Figuur 4. Verschillen in gemiddelde bodemligging zomerbed Waal ten opzichte van september 1996.

Traject 1: stroomopwaarts van nevengeulen; van km. 935.500 tot 936.250

Traject 2: ter hoogte van de nevengeulen; van km. 936.375 tot 938.875

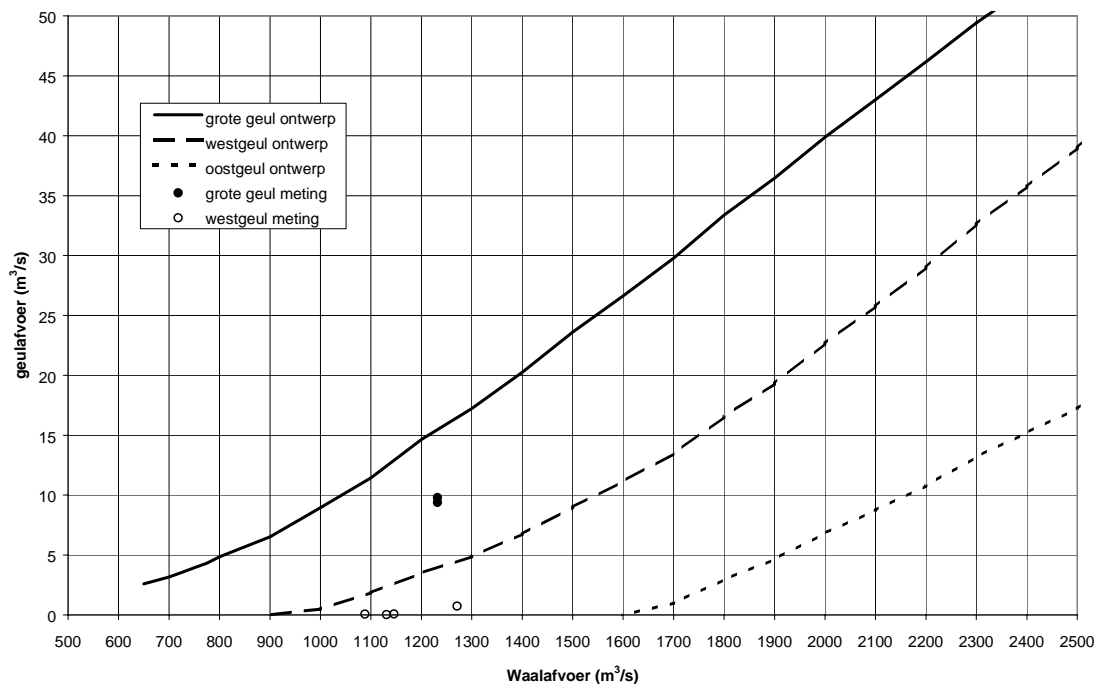
Traject 3: stroomafwaarts van nevengeulen; van km. 939.000 tot 940.875

N.B. De schijnbare afname tussen december 1998 en juni 1999 is te wijten aan een overstap in meetsysteem.

### 3.4 Afvoeren

In figuur 5 zijn de ontwerpafvoeren per geul, en de uitgevoerde debietmetingen uitgezet. De lijnen voor de ontwerpafvoeren zijn de uitwerking van de eis dat de drie nevengeulen samen niet meer dan 3% van de Waalafvoer mogen trekken. Zowel voor de Grote geul als voor de Westgeul is de gemeten afvoer aanzienlijk kleiner dan de ontwerpafvoer. Een aantal factoren kan er de oorzaak van zijn dat de metingen afwijken van de ontwerpafvoer, zoals afwijkingen van het geulontwerp bij de uitvoering, het aanzanden van de geul, het verlies van de afvoerregelfunctie van een drempel, meetfouten, modelon nauwkeurigheden en effecten van getijwerking. Gezien het beperkte aantal metingen kan op dit moment echter nog niet de conclusie worden getrokken dat de gemeten afvoer significant afwijkt van de ontwerpafvoer.

De Gamerensche Waard ligt ver genoeg stroomafwaarts om invloed te ondervinden van het getij, vooral bij lage Waalafvoeren. Dit effect is gekwantificeerd met behulp van ZWENDL-berekeningen. Hieruit blijkt dat de fluctuatie van de geulafvoer enige tientallen procenten van de gemiddelde afvoer kan bedragen, en dat de variatie in waterstand 2 à 3 decimeter per dag is. De getij-invloed is daarom van belang bij het toetsen van de afvoer aan de ontwerpisen. De ontwerpafvoeren van figuur 5 zijn bepaald bij gemiddelde waterstanden.



Figuur 5. Berekende en gemeten nevengeulafvoeren.

### 3.5 Stroomsnelheden

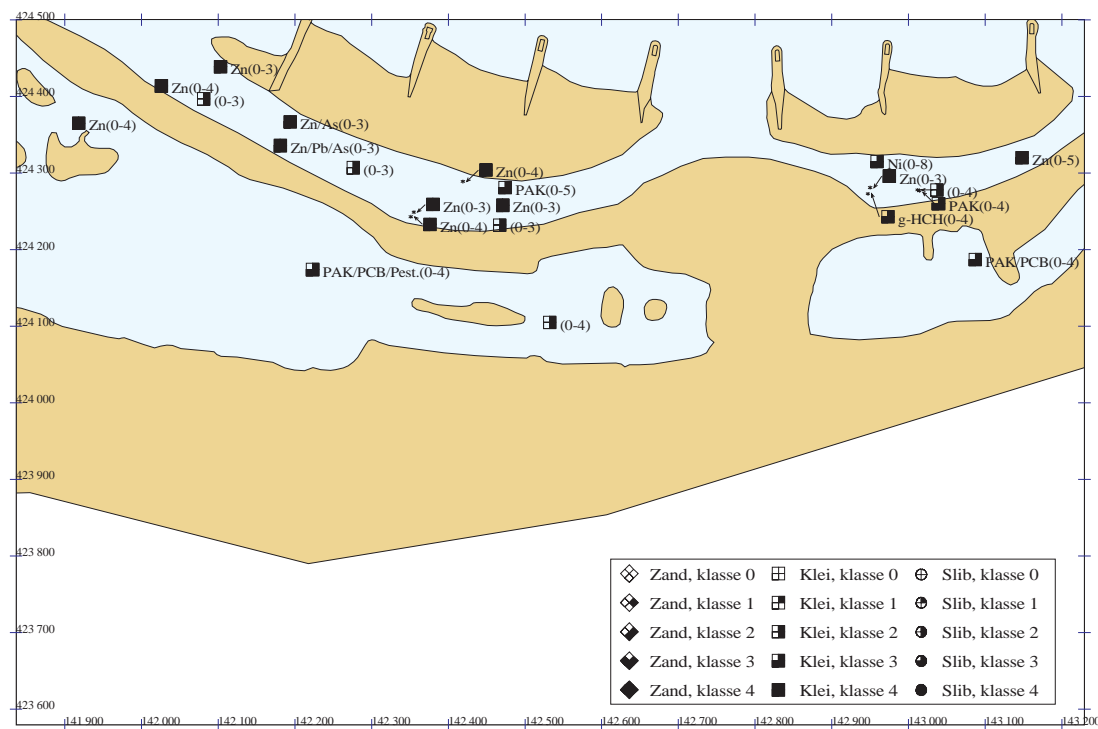
In de omgeving van een varende schip treedt een daling van de waterspiegel op. Deze waterspiegeldaling plant zich als een translatiegolf voort in de nevengeul, weerkaatst daarbij op veranderingen in het doorstroomprofiel, interfereert met andere golven, en dempt uit na een aantal malen heen en weer gelopen te zijn. Deze translatiegolf zorgt voor fluctuaties in zowel de waterstand als de stroomsnelheden in de geul. Uit stroomsnelheidsmetingen blijkt dat dit effect vooral bij lage afvoeren aanzienlijk is. Als voorbeeld kan een meting genoemd worden waarbij de gemiddelde stroomsnelheid slechts enkele cm/s bedroeg, maar de snelheidsfluctua-

ties in de orde van dm/s lagen. De passage van één schip zorgde hierbij voor fluctuaties die tientallen minuten konden aanhouden. Verwacht wordt dat het stroombeeld tijdens hogere nevengeulafvoeren rustiger zal zijn.

### 3.6 Bodemkwaliteit

#### Oost- en Westgeul

De kwaliteit van de bodem in de zowel de Oost- als de Westgeul laat wederom een sterk variërend beeld zien. Lokaal wordt klasse IV materiaal aangetroffen, waarbij interne herverdeling van verontreinigd materiaal een belangrijk proces lijkt te zijn. Tevens lijkt, evenals in de voorgaande jaren, de rechteroever van beide geulen sterker verontreinigd dan de linkeroever. Dit kan teruggevoerd worden op verschil in ouderdom van deze sedimentpakketten: de rechteroever is rond het begin van deze eeuw gevormd en bevat daarom hoge concentraties verontreinigingen. De kwaliteit van de toplaag wordt gerekend tot klasse III of IV met zink (IV) en PAK's (III) als klasse bepalende parameters. In figuur 6 zijn de resultaten van de bodemanalyses gepresenteerd, welke tijdens een bemonstering in augustus 1999 zijn verzameld. In de figuren is per monster de textuur en de chemische informatie aangegeven. Tussen haakjes staat de diepte vanaf het maaiveld waarop het monster is genomen.



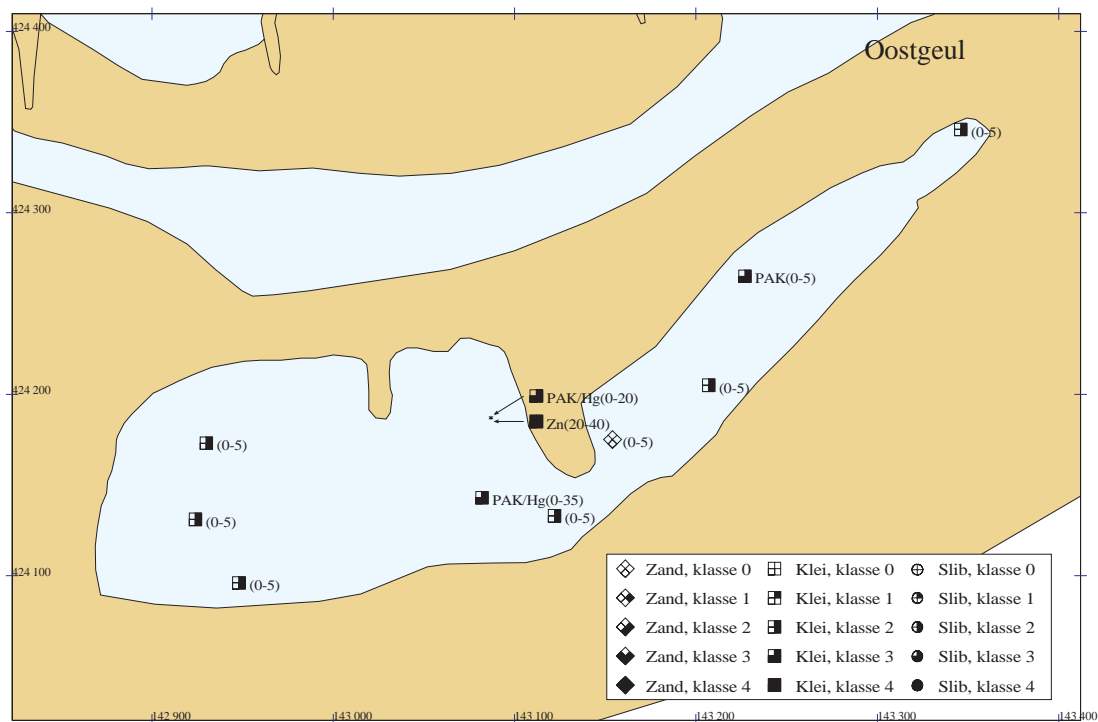
Figuur 6. Chemie en textuur van de monsters in de Oost- en Westgeul en in de Grote geul (periode mei/augustus 1999)

#### Grote Geul

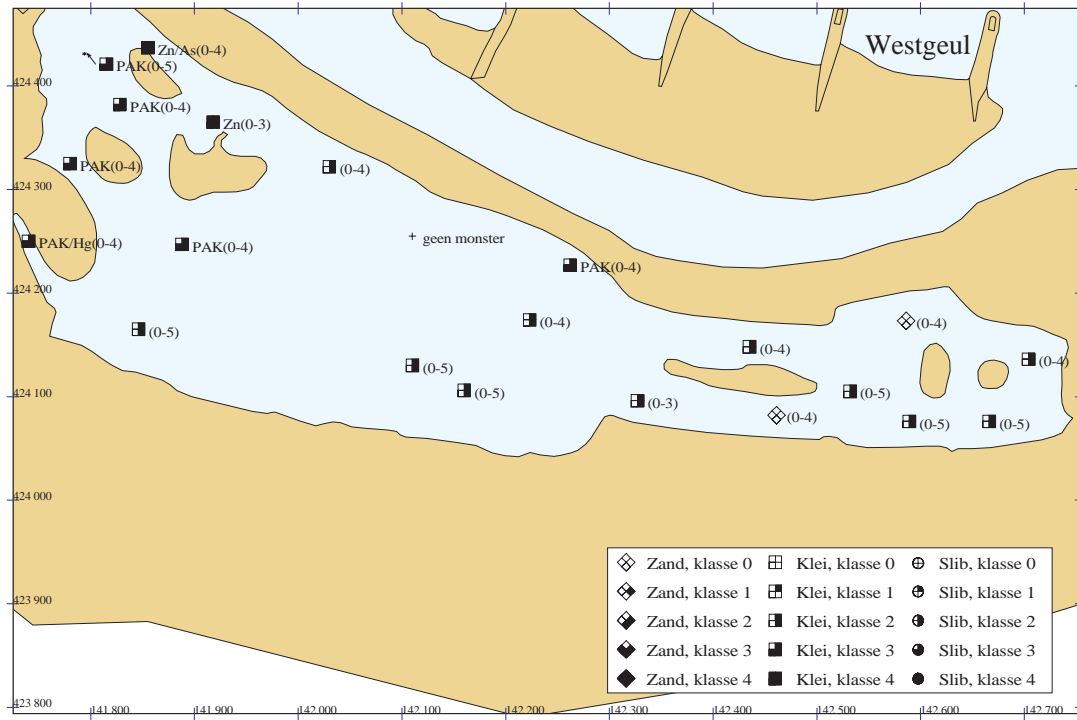
De kwaliteit van het sediment in de Grote geul wordt gekenmerkt door een overwegend uit slibbig/kleilig materiaal bestaande toplaag van klasse II/III, waarbij de PAK's in de regel klassebepalend zijn. De gehalten aan metalen liggen in het overgrote deel der monsters op klasse 0/I/II niveau, dit in tegenstelling tot het beeld dat uit de twee periodieke geulen naar voren komt. Het oostelijke deel van de Grote geul is relatief 'schoon' met overwegend klasse II se-

dimenten, dit is waarschijnlijk slib dat tijdens hoogwaters is afgezet. De zandwinput bevat eveneens klasse II sediment, wat waarschijnlijk recent afgezet Rijnslib is. Verder stroomafwaarts (nabij de uitstroomopening) gaat het over in klasse III (PAK's) tot IV (zink). Waarschijnlijk is daar door de graafwerkzaamheden de oude, sinds het einde van de 19<sup>e</sup> eeuw gevormde, kleibodem weer aan de oppervlakte gekomen. In figuren 7 en 8 zijn de resultaten van de bodemanalyses in de Grote geul gepresenteerd welke verzameld zijn tijdens een bemonstering in september 1998.

Veel van de verzamelde monsters uit deze Grote geul bestaan waarschijnlijk uit een mengsel van materiaal van de 'oude' kleibodem, en (al dan niet tijdens hoge afvoeren) vanuit de rivier aangevoerd en vervolgens in de geul gesedimenteerd zwevend materiaal. Het recente materiaal zal qua kwaliteit sterk lijken op het zwevend stof van de Waal (klasse II), terwijl de kwaliteit van de daaronder liggende oude kleilaag sterk afhankelijk is van de afzettingshistorie: afzettingen uit de periode tussen circa 1875 en 1960 kunnen sterk verhoogde gehalten aan zware metalen bevatten, terwijl de nog oudere afzettingen over het algemeen worden gekenmerkt door metaalgehalten rond het niveau van de natuurlijke achtergrond (klasse 0/I). Tijdens perioden van hoge afvoer kan de kwaliteit van het zwevend stof tijdelijk aanzienlijk verbeteren door bijvoorbeeld bijmenging van relatief schoon terrestrisch materiaal dat bovenstrooms is geërodeerd (Middelkoop, 1997; van der Heijdt en Zwolsman, 1997).



Figuur 7. Chemie en textuur van de monsters in het oostelijk deel van de Grote geul (periode september 1998).



Figuur 8. Chemie en textuur van de monsters in het westelijk deel van de Grote geul (periode september 1998).

FOTO 98B18

Droogvallende plaat in de Westgeul van de Gamerensche Waard (augustus 1999).

## 4 Ecotoxicologie

### 4.1 Inleiding

In 1999 heeft alleen in de Grote geul, op dat moment nog niet aangetakt, op vier locaties ecotoxicologisch onderzoek plaatsgevonden (AquaSense, 1999). Gekozen is voor vier relatief diepe locaties, die in een soort lengte-gradiënt door de Grote geul lopen. Het zijn de locaties G6, G15, G19 en G25 (zie bijlage 1). Uit de chemische analyses van september 1998 blijkt dat de kwaliteit van het oostelijk deel van de Grote geul beter is dan die van het westelijk deel. Ecotoxicologisch onderzoek geeft aanvullende informatie over de chemische kwaliteit van de bodem en geeft inzicht in risico's voor aquatische organismen. Met een aantal standaard organismen wordt onder geconditioneerde laboratoriumomstandigheden de effecten van verontreinigd sediment en poriewater op aspecten zoals sterfte, reproductie en groei bekeken. De acute toxiciteit van de sedimentmonsters is beoordeeld met bioassays met bacteriën (Microtox), met radardiertjes (Rotokit F) en met kreeftachtigen (Thamnotoxkit F). De chronische toxiciteit van de monsters is beoordeeld met bioassays met watervlooien (*Daphnia magna*) en met muggenlarven (*Chironomus riparius*). Resultaten van de bacterie-, muggenlarven- en watervlooientoetsen zijn vergeleken met de te verwachten toxische effecten volgens het Toxic Unit (TU)-concept. Hierbij worden de concentraties van de toxische stoffen uit de chemische analyses gedeeld door de bij deze stof voor dat testorganisme behorende NOEC-waarde (No Observed Effect Concentration). Per stofgroep (zware metalen, PAK's en OCB's) worden de uitkomsten gesommeerd en dit geeft aan of er theoretisch een effect in de bioassays verwacht kan worden. Tevens wordt gekeken of de biologische beschikbaarheid van de toxische stoffen overeenkomt met de verwachtingen op basis van evenwichtstheoriën. Dit gebeurt door min of meer 'schone' wormen (oligochaeten) in het sediment van de vier locaties te laten groeien en ze voor en na de test chemisch te analyseren. Dit is een belangrijk aspect bij de bepaling van risico's voor organismen.

In deze rapportage wordt slechts ingegaan op de resultaten van het ecotoxicologisch onderzoek van 1999. In de loop van 2000 zal er een diepgaandere integratie plaatsvinden van de chemische en de ecotoxicologische gegevens van de afgelopen jaren. Met name de biologische beschikbaarheid van de stoffen, onder andere in relatie tot morfo-dynamische processen en de leeftijd van het sediment, en daarmee de risico's voor biota zullen daarin centraal staan. De integratie met de macrofauna-resultaten is een volgende stap, maar kan pas goed gebeuren als er meerjarig waarnemingen zijn.

### 4.2 Resultaten

#### Chemie

De bemonsterde locaties hebben allen een slibbig karakter (tabel 3). Dit komt overeen met de constatering in hoofdstuk 3.6, dat de diepere delen van de Grote geul veelal een slibbige top-laag hebben. De verontreinigingsgraad varieert van klasse 2 tot 3. HCB en PCB's dragen in alle gevallen hiertoe bij. Bij G6, G15 en G25 spelen PAK's tevens een rol, terwijl bij G25 ook DDT en kwik belangrijke toxicanten zijn. Al met al is G25 de meest vervuilde locatie en G15 de minst vervuilde.

Tabel 3. Bemonsterde locaties met karakterisering van het sediment en de verontreinigingsgraad. <sup>1</sup>: Gezien het lutum-gehalte bestaat het substraat op deze locaties formeel uit klei. Slib: slap (recent gesedimenteed) materiaal; vaak klei.

Locatie	Substraat type <sup>1</sup>	Verontreinigingsgraad sediment							Klassebepalende verontreiniging
		Metalen	Chloorbenzenen	PCB's	EOX	OCB's	PAK's	Totaal	
G6	zandig slib	2	3	3	2	< 2	3	3	HCB, PCB's, PAK's
G15	kleiig slib	1	2	2	2	< 3	2	2	EOX, HCB, PCB's, PAK's
G19	kleiig slib	2	3	3	2	< 2	2	3	HCB, PCB's
G25	zandig slib	3	3	3	2	3	3	3	Hg, HCB, PCB's, DDT, PAK's

### Bioassays

Voor geen van de vier sedimentmonsters werden er significante effecten waargenomen in de acute test met de bacterie *Vibria fischeri* (microtox) en in de chronische bioassays met water-vlooien (*Daphnia magna*) en muggenlarven (*Chironomus riparius*). Er werden wel lichte effecten (< 50% sterfte) waargenomen in de acute testen met de Thamnotoxkit (alle locaties) en met de Rotoxkit (locatie G19). Hier ontbrak echter een duidelijke dosis-effect relatie.

### Toxic Unit-toxiciteits schattingen

Uit de berekeningen volgens het Toxic Unit-concept blijkt dat op alle locaties met uitzondering van locatie G15 effecten te verwachten waren in de bioassays (voor zowel de bacterie als ook voor de watervlo en de muggenlarf). Stoffen die hiertoe aanleiding gaven waren de zware metalen nikkel, cadmium, koper en chroom, en de PAK's benzo(ghi)peryleen en anthraceen. Dat er met de bioassaytesten toch geen effecten gevonden zijn kan mogelijk verklaard worden door een lagere biologische beschikbaarheid dan verwacht. Diepgaandere analyses om deze bewering te onderbouwen zijn echter nodig.

Van de organochloorbestrijdingsmiddelen was op basis van deze TU-analyses hoegenaamd geen toxiciteit te verwachten.

### Biologische beschikbaarheid

Uit de bio-accumulatie experimenten met de wormen kwam naar voren dat op alle locaties de biologische beschikbaarheid van lood **sterk** verhoogd was en op locatie G15 een verhoogde beschikbaarheid van zink en op locatie G19 van chroom. Voor de locaties G15, G19 en G25 werd een verhoogde beschikbaarheid van enkele PCB's gemeten en voor locaties G15 en G19 eveneens voor p,p-DDD. Als correlatief verband kan hier genoemd het negatieve effect dat in de Rotoxkit F gevonden werd voor het monster G19 en de verhoogde beschikbaarheid van chroom in dat monster (als enige). Ook hier moet nader speurwerk meer licht op werpen. Voor HCH (lindaan), DDD en diverse PAK's en PCB's nam de concentratie in de wormen ook toe ten opzichte van de blanco, zodat hier zeker sprake is van accumulatie. De concentratie in dit (blanco) uitgangsmateriaal was echter al relatief hoog zodat niet vastgesteld kon worden of er sprake was van een verhoogde beschikbaarheid.

Al met al blijkt dat hier geen sprake is van 'oude' stabiele bodems, waar de beschikbaarheid zich verdeeld volgens de gebruikelijke evenwichtspartitiemodellen, maar dat de dynamische hydro-morfologische processen tot verhoogde risico's leiden.

Voor een beperkt aantal stoffen kon worden gekeken of er ook een risico was voor een doorvergiftiging naar hogere predatoren zoals vogels en vissen. In dit geval kon alleen gekeken worden naar PCB-153, HCB (hexachloorbenzeen) en DDD. Voor geen van deze stoffen bleek er een risico voor doorgifte aanwezig te zijn.



## 5 Ecologie

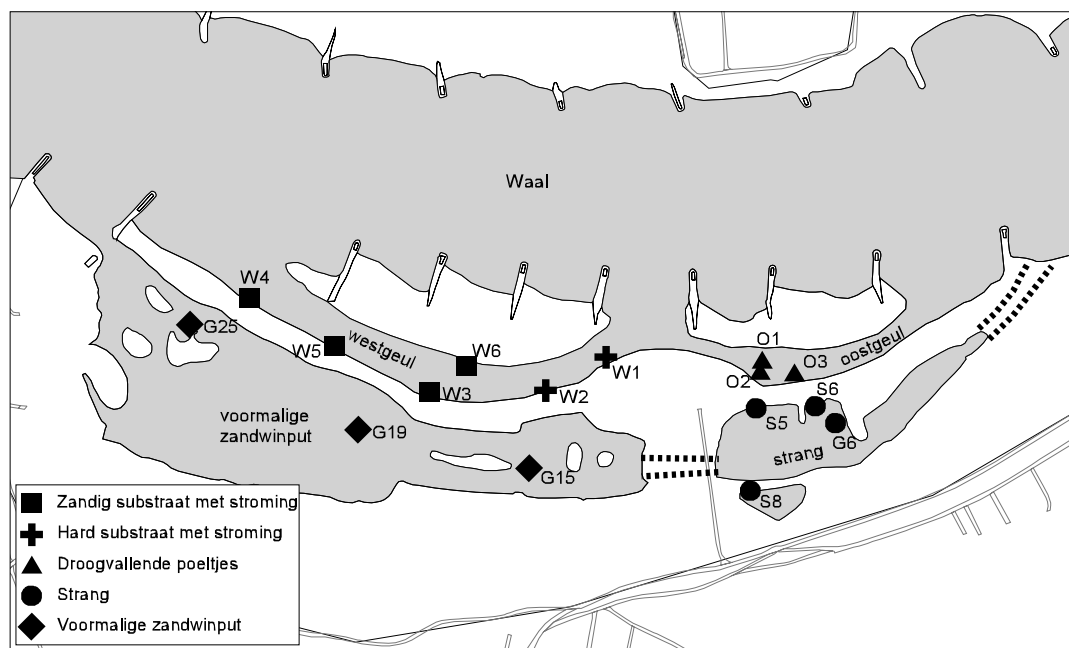
In 1999 is voor de ecologische monitoring alleen informatie verzameld over vis en macrofauna. Veranderingen in de flora/vegetatie worden twee-jarlijks opgenomen (1998 en 2000).

### 5.1 Macrofauna

#### Inleiding

In 1999 is de macrofauna op 16 locaties (zie figuur 9) in de drie geulen in de Gamerensche Waard bemonsterd (Klink, 1999). Hierbij zijn verschillende biotopen bemonsterd: harde klei, slib, stenen, hout en zand. Ook zijn enkele zogeheten exuvia-monsters<sup>4</sup> genomen, hoewel er aan het gebruik van exuvia bezwaren kleven, vooral als er wordt bemonsterd in stromend water<sup>5</sup>. De macrofauna van de voormalige zandwinput is in 1999 voor het eerst bemonsterd. Samen met de monsters van de geïsoleerde strang (1998 en 1999) weerspiegelt dit de nul-situatie van de Grote geul voor (tweezijdige) aantakking.

Het doel van het deelonderzoek macrofauna is om na te gaan of stroomminnende macrofauna-soorten profiteren van de aanleg van nevengeulen en of er effecten van bodemverontreiniging op de aquatische macrofauna zijn waar te nemen. In dit hoofdstuk volgt een beschrijving van de huidige macrofaunagemeenschap. Ook wordt er een vergelijking gemaakt met de resultaten van 1998.



Figuur 9. Overzicht monsterlocaties met de indeling in biotopen.

<sup>4</sup> Exuvia: insectenhuidjes die na vervelling of uitvliegen op het wateroppervlak achterblijven.

<sup>5</sup> Door het drijfvermogen en de houdbaarheid kan aanvoer van elders optreden. Daarnaast zijn deze factoren soortspecifiek en kunnen daardoor een verkeerde afspiegeling geven van wat er werkelijk aan soorten(aantallen) zit (Roos-Pouw, 1996).

Ten aanzien van de precieze bemonsteringsmethodiek kunnen een aantal kanttekeningen worden gemaakt die invloed hebben op de interpretatie. In 1999 heeft de bemonstering van de diepere locaties plaatsgevonden op 17 mei. De overige monsters zijn wegens de hoge waterstand echter pas op 1 juli genomen. Hierdoor is dus een deel van de monsters van een latere datum dan in 1998 (18-20 mei). Hierdoor zullen er zeker soorten zijn gemist, omdat die inmiddels uitgevlogen zullen zijn.

Daarnaast is er ten opzichte van 1998 op een aantal locaties met een andere methode gemonsterd. Dit is deels gedaan omdat bemonsteren met dezelfde methode onmogelijk was (veranderd substraat). Hierdoor zijn niet alle monsters kwantitatief te vergelijken.

### Beschrijving macrofaunagemeenschappen

Op grond van de macrofauna-soortensamenstelling (tabel 3) is de Gamerensche Waard op te delen in 5 biotopen: hard substraat met stroming (Westgeul), zandig substraat met stroming (Westgeul), droogvallende poeltjes in de Oostgeul, stilstaand water in de strang en de voormalige zandwinput die aan één zijde in open verbinding staat met de Waal. Deze indeling komt in grote lijnen overeen met die van 1998 (Jans *et al.*, 1999).

Tabel 3. Karakteristieke soorten per biotoop (op basis van Twinspan-analyse exclusief exuvia). <sup>1</sup>: Gezien het lutum-gehalte is dit substraat formeel klei. Slib: slap (recent gesedimenteerd) materiaal; vaak klei.

Biotoop	Geul	Monsterlocaties	Type substraat	Lutumgehalte	Kenmerkende soorten
Hard substraat met stroming	Westgeul	W1 (W1Z) W2 (W2Z)	steen kleibank		<i>Corophium curvispinum</i> <i>Cricotopus sylvestris</i> <i>Cricotopus triannulatus</i> <i>Jaera istri</i>
Zandige bodem met stroming	Westgeul	W3 (W4-Za) W4 (W7-Za) W5 W6 (W4-Na)	zandig slib <sup>1</sup> (grof) zand exuvia zandig slib <sup>1</sup>	18 6 11	<i>Psychomyia pusilla</i> <i>Chironomus nudiventris</i> <i>Cryptotendipes</i>
Droogvallende poeltjes	Oostgeul	O1 O2 (O5-Za) O3 (O4-Ma)	exuvia zandig slib <sup>1</sup> (grof) zand	15 < 1	<i>Tubificidae</i> zonder haren <i>Potamopyrgus antipodarum</i> <i>Corbicula fluminea</i>
Strang	Toekomstige Grote geul	G6 S5 S6 S8	zandig slib <sup>1</sup> exuvia steen vegetatie	16	<i>Gyraulus crista</i> <i>Glyptotendipes pallens</i> <i>Endochironomus albipennis</i> <i>Cricotopus sylvestris</i>
Voormalige zandwinput	Toekomstige Grote geul	G15 G19 G25	kleiig slib <sup>1</sup> kleiig slib <sup>1</sup> zandig slib <sup>1</sup>	21 39 11	<i>Corbicula fluminalis</i> <i>Pisidium subtruncatum</i> <i>Polypedilum bicrenatum</i> <i>Tubificidae</i> zonder haren

#### Biotoop 'hard substraat met stroming'

In de Westgeul zijn op de stenen nabij de instroomopening (W1) en op de kleibank (W2) veel stroomminnende soorten aangetroffen (bijvoorbeeld *Cricotopus triannulatus*). Op de stenen zijn de grazers de belangrijkste groep. Ze begrazen de draadwieren die op de stenen groeien. De macrofaunagemeenschap op de kleibank (W2) vertoont een sterke overeenkomst met die op de stenen (W1). De kleibank die hier vorig jaar ook al werd beschouwd als hard substraat, blijkt deze functie nog steeds te vervullen. De situatie aan de instroomopening van de Westgeul is ten opzichte van 1998 nauwelijks veranderd. Vastgesteld is dat typisch stroomminnende soorten een plek hebben kunnen vinden in de nevengeul en deze hebben kunnen behouden.

#### *Biotoop 'zandige bodem met stroming'*

In de Westgeul zijn op het substraat zandbodem aanzienlijk minder stroomminnende soorten gevonden dan op het harde substraat. De macrofaunagemeenschap (met name filteraars en detrituseters) wordt voornamelijk bepaald door indifferente soorten.

#### *Biotoop 'droogvallende poeltjes'*

In de Oostgeul is het aandeel van soorten van stromend en niet stromend water gelijk. Binnen de groep van soorten van stromend water is het aandeel matig stroomminnende soorten groter. Dat beide groepen vertegenwoordigd zijn komt omdat de poeltjes op het moment van bemonsteren pas recent geïsoleerd waren geraakt van de Waal. De gemeenschap wordt overheerst door detrituseters (halen organisch materiaal uit sediment).

#### *Biotoop 'afgesloten strang zonder stroming'*

In de Strang (onderdeel van de toen nog te realiseren Grote Geul) overheersen de soorten van het stilstaande water, hetgeen ook te verwachten was in dit toen nog stagnante water. Op het hout in de Strang (S6) zijn de filtreerders de belangrijkste groep. Ook mineerders en grazers hebben hun aandeel. Tussen het Schedefonteinkruid (S8) zijn de filteraars de belangrijkste groep. *Glyptotendipes pallens* is zo'n soort die hier zowel als mineerder en als filteraar veel voorkomt. Deze soort leeft vooral op vast substraat en vegetatie in stilstaande eutrofe en hypertrofe wateren. Op de bodem (G6) overheersen de detrituseters en in het exuviaemonster (S5) zijn de aandelen per gilden min of meer gelijk.

#### *Biotoop 'voormalige zandwinput'*

In de voormalige zandwinput (onderdeel van de toen nog te realiseren Grote Geul) is het aandeel matig stroomminnende soorten aanzienlijk. Echte stroomminnende soorten zijn echter nauwelijks aangetroffen. De detrituseters de belangrijkste groep. Nabij de uitstroomopening (G25) zijn ook filteraars als de korfmossels (*Corbicula*) van belang.

### **Exoten**

In de loop der jaren is het Nederlandse rivierengebied bevolkt met vele ongewervelde dieren die oorspronkelijk niet in Nederland voorkomen (exoten/immigranten). Momenteel is ca. 15 % van de gevonden soorten macro-invertebraten niet inheems (Greijdanus-Klaas & bij de Vaate, 1999). In de monsters uit de nevengeulen bij Gameren was het percentage exoten 14%. Van de soorten met een voorkeur voor stromend water was 26% exoot. Van de soorten van stilstaand water was dit 11%. Over het algemeen kunnen exoten worden beschouwd als opportunisten/pioniers. Het ligt voor de hand dat juist deze soorten een plek weten te vinden in de nevengeulen.

### **Substraatvoorkeur**

Zoals uit het bovenstaande al blijkt wordt de soortensamenstelling van de macrofaunagemeenschap voor een belangrijk deel bepaald door de aard van het substraat. Typische bewoners van hard substraat zijn bijvoorbeeld *Cricotopus* en *Orthocladius* soorten die grazen op aangegroeide algen. Tot de typische fauna van zacht/los substraat behoren mollusken (korfmossels; *Corbicula* en vijverpluimdrager; *Valvata piscinalis*), wormen (*Tubificidae*) en een aantal genera van de dansmuglarven (*Chironomus nudiventris*, *Cryptochironomus*, *Cryptotendipes* en *Polypedilum*). Op de vegetatie zijn voornamelijk soorten aangetroffen die ook op ander substraten worden aangetroffen. De enige uitzondering hierop is *Corynoneura* die wel uitsluitend op de vegetatie is aangetroffen.

Tabel 4. Belangrijkste soorten in 11 monsters gerangschikt naar substraat (Klink, 1999). Hard substraat = hout, stenen en kleibank; zacht substraat = zand en slib. Frequentie + = < 25%, ++ = 25 - 50%. +++ = > 50%.

	hard (3 monsters)	zacht (7 monsters)	vegetatie (1 monster)
Cricotopus triannulatus	+++		
Chaetogammarus ischnus	++		
Limnomysis benedeni	++		
Cardiocladius fuscus	++		
Cricotopus intersectus	++		
Cricotopus triannulatus	++		
Orthocladius	++		
Cladotanytarsus gr. mancus	++	+++	
Corophium curvispinum	+++	+	
Rheotanytarsus	+++	+	
Jaera istri	+++	+	
Dreissena polymorpha	++	++	
Dikerogammarus villosus	+++	++	
Cricotopus bicinctus	+++	++	
Hypania invalida	++	++	
Chironomus acutiventris	++	+++	
Cricotopus sylvestris	+++	+	+++
Glyptotendipes pallens	++	+	+++
Psectrocladius gr. sordidellus	++	++	+++
Endochironomus albipennis	++	+	+++
Parachironomus gr. arcuatus	++	++	+++
Potamopyrgus antipodarum		+++	
Tubificidae zh		+++	
Corbicula fluminea		+++	
Cryptochironomus		+++	
Procladius		+++	
Limnodrilus claparedeianus		++	
Polypedilum nubeculosum		++	
Valvata piscinalis		++	
Cryptotendipes		++	
Potamothenix moldaviensis		++	
Corbicula fluminalis		++	
Chironomus nudiventris		++	
Polypedilum bicrenatum		++	
Corynoneura scutellata agg.			+++

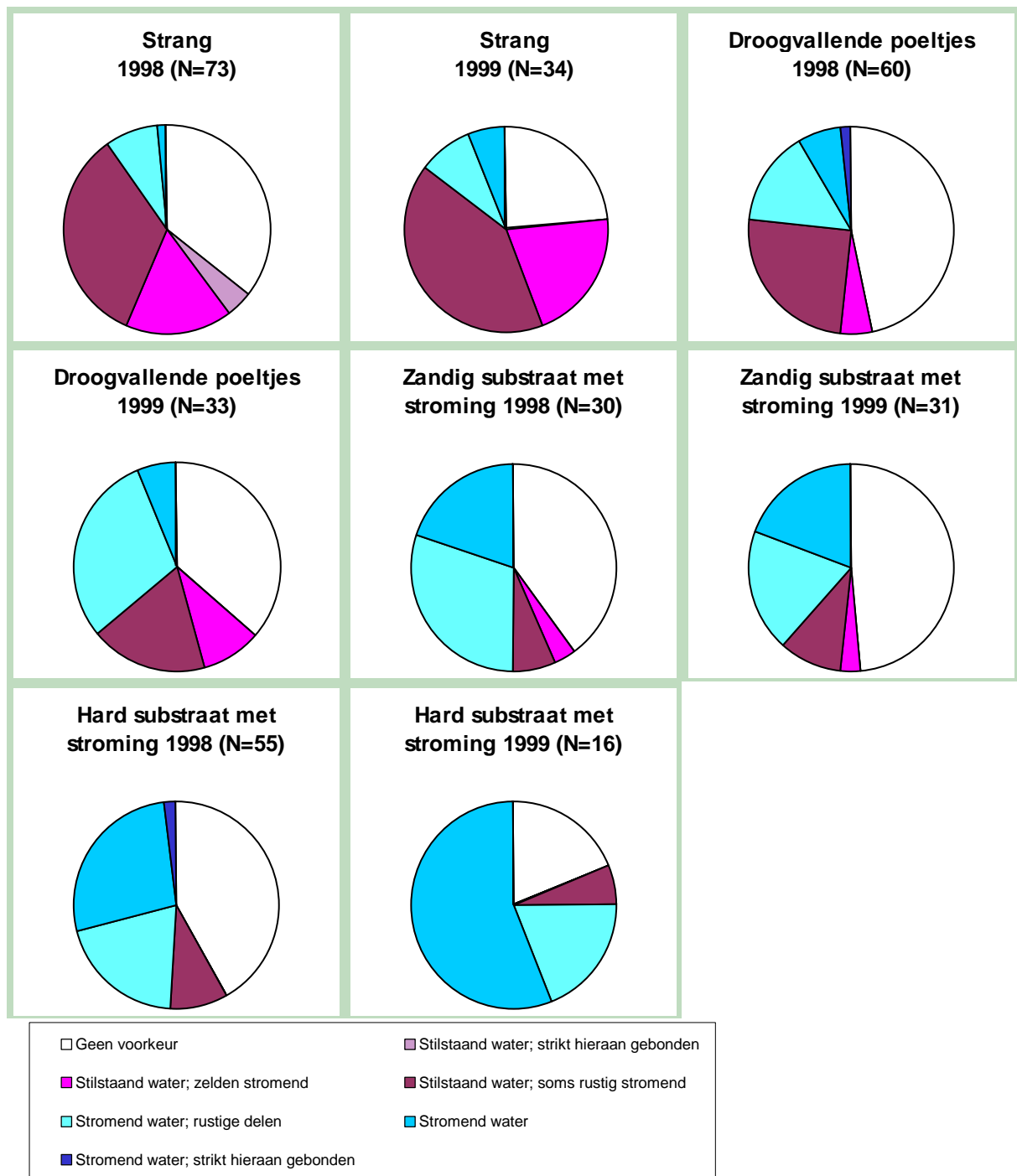
### Vergelijking met 1998

In vergelijking met 1998 (AquaSense, 1998 en Jans *et al.*, 1999) zijn er in 1999 minder taxa, maar vooral ook minder individuen gevonden (tabel 5). Dit verschil kan worden verklaard doordat er in 1999 later is bemonsterd, waardoor een deel van de soorten al is uitgevlogen.

Tabel 5. Het gemiddeld aantal taxa en het gemiddelde aantal individuen (per m<sup>2</sup>) per biotoop voor 1998 en 1999.

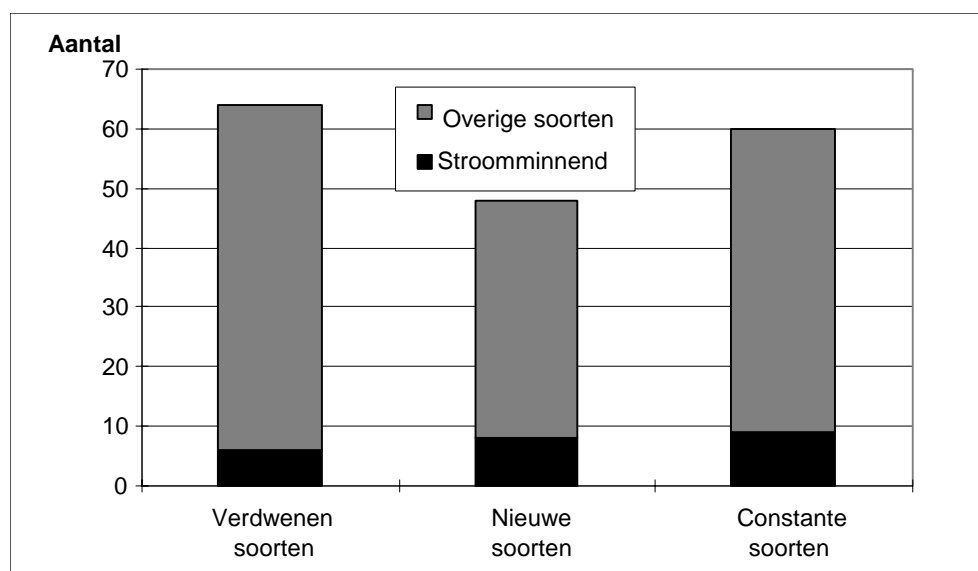
<i>Data inclusief exuviae</i>	Hard substraat met stroming		Zandig substraat met stroming		Droogvallende poeltjes		Strang	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Gemiddeld aantal taxa (standaard deviatie)	27 (2.3)	26 (11.6)	20 (9.7)	26 (7.0)	28 (17.2)	22 (0.7)	29 (8.8)	14 (10.3)
Gemiddeld aantal individuen (standaard deviatie)	5707 (8393)	1013 (911)	1329 (1814)	716 (141)	7740 (4867)	792 (884)	1930 (1704)	2065 (2993)

Er is tevens een vergelijking van beide jaren gemaakt voor wat betreft de stromingsvoorkeur (figuur 10). Zoals eerder al werd genoemd is het biotoop hard substraat met stroming (Westgeul) rijk aan stroomminnende soorten. Ten opzichte van 1998 is dit aantal stroomminnende soorten met circa de helft toegenomen. Twee soorten (*Proasellus coxalis* en de ronde kap-hoornsak *Ancylus fluviatilis*) die strikt gebonden zijn aan stromend water zijn echter verdwenen in 1999.



Figuur 10. Stromingsvoorkeur van de aangetroffen macrofaunasoorten in 1998 en 1999. Per biotooptype is het aantal taxa per categorie weergegeven. Data inclusief exuvia. Indelingsysteem volgens Moog (1995).

In figuur 11 is goed te zien dat de precieze soortensamenstelling van de macrofauna-gemeenschap sterk verschilt tussen 1998 en 1999; het aandeel constante soorten (zowel in 1998 als in 1999 aanwezig) is slechts zo'n 30%. De verklaring voor dit grote verschil is nog niet eenduidig te geven. Voor een deel kan dit te maken hebben met aspecten als het beperkt aantal monsters en het verschil in bemonsteringsdatum. Vergelijking met de gegevens van locaties elders in het Nederlandse rivierengebied (MWTL-data) kan hier ook wat duidelijkheid in scheppen. Toch is het zeer goed mogelijk dat nevengeulen sowieso een grotere variatie in soortensamenstelling te zien geven, omdat de abiotische omstandigheden ook sterker variëren in de tijd.



Figuur 11. Overzicht van nieuwe, verdwenen en constante soorten (1998 en 1999). Data inclusief exuvia.

Één van de soorten die in 1999 veel minder is aangetroffen dan in 1998 is de dansmug *Kloosia pusilla*. Deze soort werd in 1998 in alle bodemmonsters van de Westgeul aangetroffen en in 1999 nog slechts op 2 locaties. De soort staat bekend als bewoner kale zandbodems waar het fijnere materiaal is uitgespoeld. Het achteruitgaan van deze soort zou wat dat betreft kunnen duiden op het slibrijker worden van de bodem van de Westgeul. Dit wordt echter niet bevestigd door de analyses van de bodemmonsters van de afgelopen jaren.

Een andere bijzondere soort die in 1999 verdwenen is, is de dansmug *Heterotrissocladius marcidus*. Voor beide soorten is het goed mogelijk dat ze door de late bemonstering in 1999 gemist zijn.

### Vergelijking met locaties elders in het rivierengebied

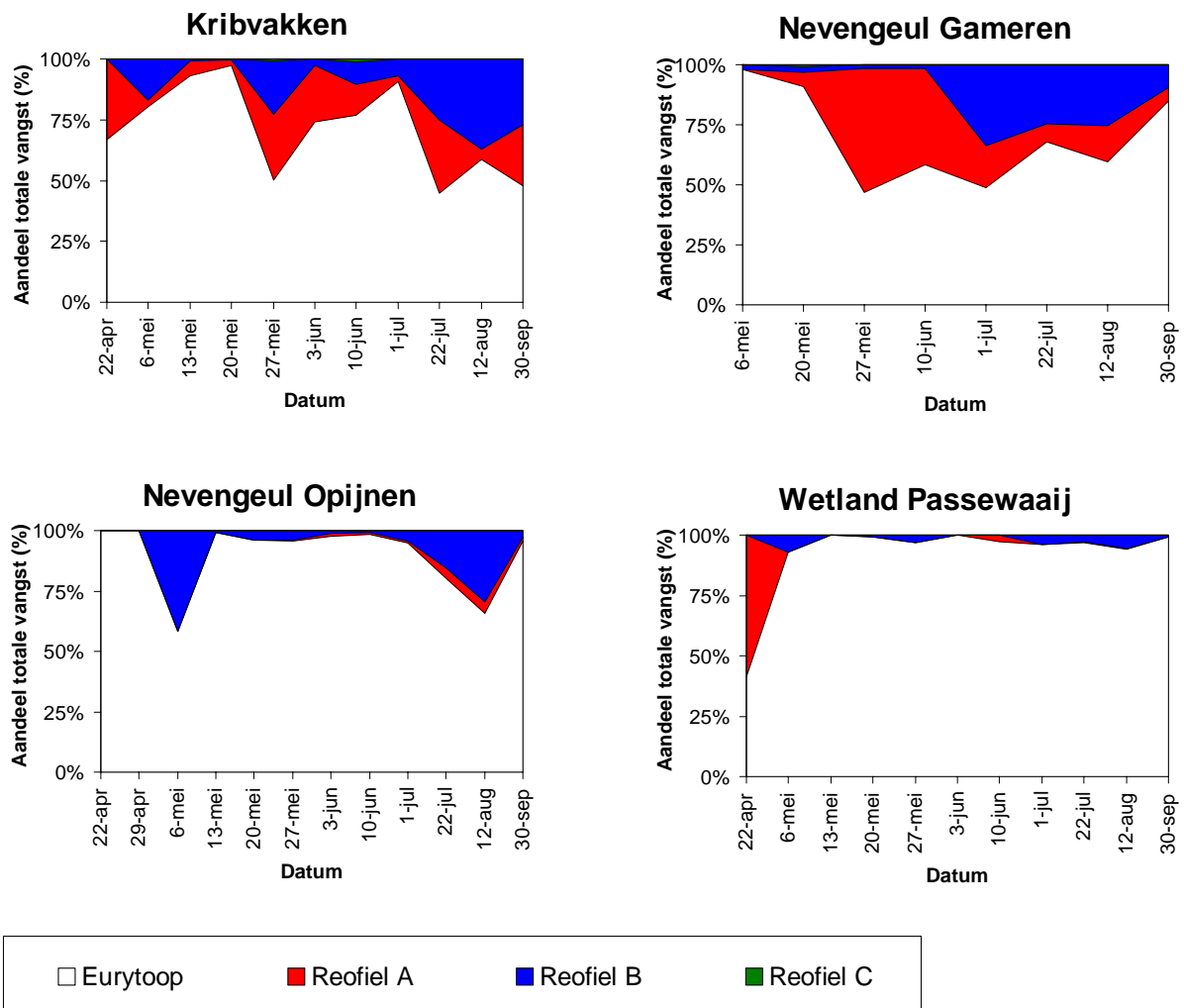
De bemonsteringen zijn uitgevoerd volgens de standaard methode van de Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL). Dit maakt een vergelijking met de langjarige reeksen uit dit programma voor Lobith en de IJssel mogelijk. De resultaten uit 1999 waren ten tijde van de uitwerking van de resultaten van Gameren nog niet beschikbaar, zodat een vergelijking tussen de langjarige trends en Gameren nog niet mogelijk is. In het najaar 2000 zal deze vergelijking plaatsvinden.

Uit een oriënterende vergelijking tussen de resultaten van de MWTL uit 1995 en de macrofauna van Gameren uit 1999 komt naar voren dat deze vergelijking tot verkeerde conclusies kan leiden. De samenstelling van de macrofaunagemeenschap in de Rijn is tussen 1995 en 1999 sterk veranderd, vooral als gevolg van vestiging van exoten vanuit het Donaustroomgebied.

## 5.2 Vissen

In beide bemonsteringen in Gameren waarin de volwassen vis is bemonsterd (28 mei en 28 september), is nauwelijks volwassen vis gevangen (respectievelijk 0 en 3 exemplaren). De bespreking van de resultaten richt zich dan ook alleen op de 0- groep vis. Een overzicht van de vangstresultaten in 1998 en 1999 is weergegeven in bijlage 2.

De 0- groep visgemeenschap in de periodiek meestromende geulen in de Gamerensche Waard vertoont grote overeenkomst met de 0- groep visgemeenschap die in de kribvakken van de Waal aangetroffen is (figuur 12). Zowel het aandeel reofiele (stroomminnende) vissen als ook het totale aantal gevangen vissen zijn in de kribvakken en in de periodieke nevengeulen in de Gamerensche Waard nagenoeg gelijk. In vergelijking met de nevengeul Opijnen en het eenzijdig aangetakte water van Wetland Passewaai vertonen de periodieke nevengeulen in Gameren, zowel in soortsaanstelling als in totaal aantal gevangen vis, grote verschillen.



Figuur 12. Aandeel van de verschillende visgildes bij diverse bemonsteringen in vier wateren.

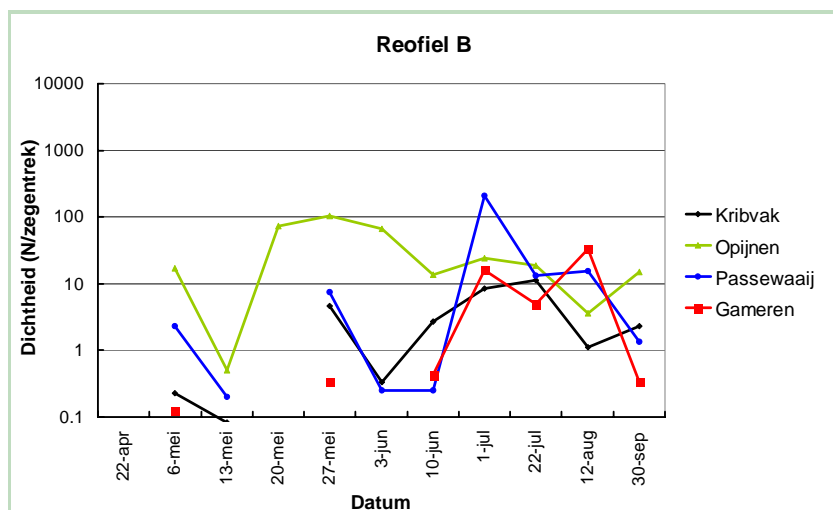
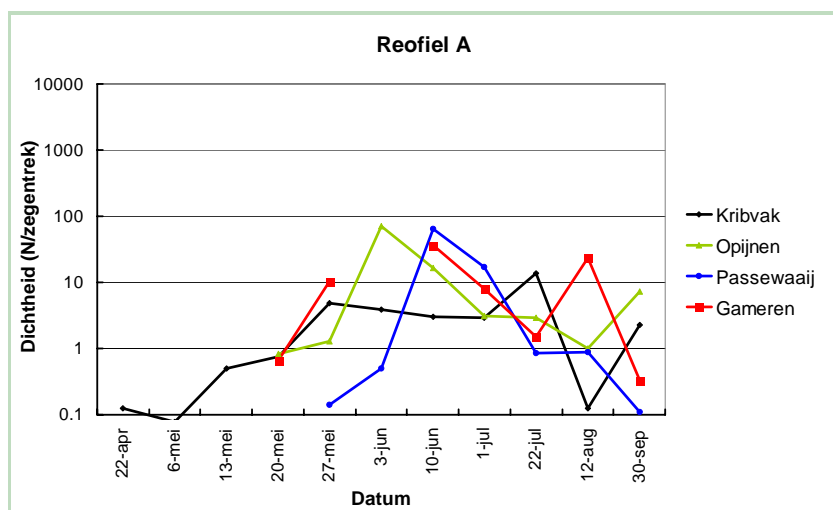
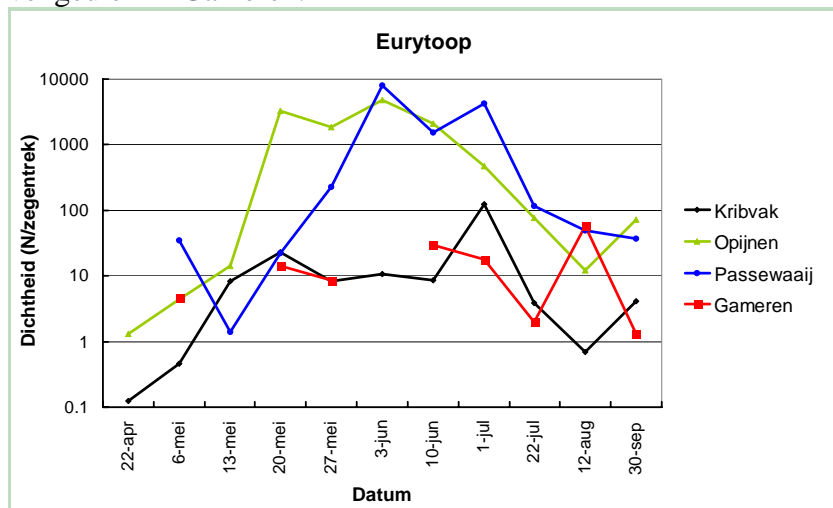
Eurytoop: Algemene vissoorten die zowel in stromend als in stilstaand water voorkomen (habitatgeneralisten).

Reofiel A: Vissen die tijdens hun gehele levenscyclus stromend water vereisen.

Reofiel B: Vissen die tijdens een bepaalde levensfase stromend water vereisen.

Reofiel C: Vissen die tijdens een bepaalde levensfase stromend brak water vereisen en een open verbinding met de zee nodig hebben.

Van de 0- groep vis is het aandeel reofiele vissen in de periodieke nevengeulen in Gameren in 1999 gemiddeld circa 30%. Van de andere bemonsterde wateren maken alleen in de kribvakken reofiele vissen zo'n groot deel van de 0- groep visgemeenschap uit (in de nevengeul Opijnen en in Wetland Passewaaij is dit gemiddelde respectievelijk minder dan 10% en minder dan 5%). Qua absolute dichtheid (aantal vissen per oppervlakte eenheid) zijn de verschillen echter veel kleiner (figuur 13). In het begin van het paaiseizoen (tot juni) zijn de dichtheden van reofiel B soorten (winde) in nevengeul Opijnen zelfs veel hoger dan in de periodieke nevengeulen in Gameren.



Figuur 13. Dichtheid van vissen voor drie gildes tijdens diverse bemonsteringen in vier verschillende wateren.



De dichtheden van eurytope vissoorten in de periodieke nevengeulen in Gameren zijn echter laag vergeleken met nevengeul Opijnen en wetland Passewaaij. Door de hoge waterstand gedurende het voorjaar van 1999 is in nevengeul Opijnen en wetland Passewaaij een groot deel van de uiterwaard voor lange periode geïnundeerd geweest. Ondergelopen grasland, waar het water bovendien stagnant is, vormt een prima habitat voor de paai van de eurytope soorten brasem en blankvoorn. Langs de periodieke nevengeulen in Gameren ontbreken dergelijke flauwe oevers, waardoor er voor deze soorten nagenoeg geen gelegenheid is om eieren af te zetten (de stroming is voor deze soorten te sterk).

Wanneer het talud van de periodieke nevengeulen in Gameren flauwer zou zijn, dan zou tijdens een voorjaars- of zomerhoogwater het areaal aan geschikt paai- en opgroeigebied groter zijn. De ondergelopen planten zijn in het voorjaar belangrijk als substraat om eieren op af te zetten. Dit geldt voor eurytope soorten maar ook, wanneer er voldoende stroming staat, voor een reofiele soort als winde. In de zomer vormen ondergelopen landplanten een geschikt habitat voor de opgroei van vissen van allerlei soorten. Naar verwachting zal in de nieuw aange-takte Grote geul de variatie in aanwezig habitat groter zijn en zullen de aantallen jonge vis in het gebied toenemen.



## **6 Reflectie methodiek**

### **6.1 Hoogtemetingen**

In 1999 zijn in de twee periodieke geulen naast hoogtemetingen in raaien tevens metingen uitgevoerd volgens de zogenaamde DTM-methode (Digitaal Terrein Model). De verwachting is dat een DTM door de grotere mate van detail bruikbaarere resultaten geeft dan metingen in (dwars)raaien. Wel wordt verwacht dat de inwinning en verwerking ervan aanzienlijk meer tijd in beslag zal nemen. Dit zal in de praktijk mogelijk voor problemen kunnen zorgen. Daar de gegevens van de DTM-methode nog verwerkt moeten worden, zal pas in de loop van 2000 duidelijk worden of deze methode geschikt is.

### **6.2 Bodembemonstering**

Het in beeld brengen van de bodemsamenstelling met behulp van bodemmonsters zal, één maal per jaar, voortgezet worden in de Oost- en Westgeul. Ook voor de Grote geul zullen bodemmonsters nodig blijven om de ontwikkeling van de kwaliteit en de ecotoxicologische risico's te kunnen volgen. In de Grote geul is óók behoefte aan informatie over de ontwikkeling van de dikte van de sliblaag. Daarvoor zal op de locaties die een zandige ondergrond kennen de ISAC ingezet worden. Om ook op de kleiige locaties de sedimentatie te kunnen volgen, kan mogelijk gebruik gemaakt worden van aan te leggen verharde (stenen/zand) delen van de bodem in de geul. Hiertoe zal in het voorjaar van 2000 een plan gemaakt worden.

### **6.3 Peilingen zomerbed**

Vanaf januari 1999 zijn de peilingen van het zomerbed uitgevoerd met een multibeam peilsysteem. De meet- en verwerkingsinspanning is van een vergelijkbare orde van grootte als met een singlebeam systeem, maar door de hoge resolutie is ook de kwaliteit van de metingen een stuk hoger. In het vervolg zullen zomerbedpeilingen daarom uitsluitend met het multibeam systeem worden uitgevoerd.

FOTO 00A10

Zandafzetting rondom de wilgen in de Grote geul tijdens het eerste hoogwater na aantakking (januari 2000).

## 6.4 Afvoermetingen

Tot nu toe zijn de afvoeren in de periodieke geulen gemeten met een EMS bevestigd aan een staaf die door een waarnemer in de geul wordt geplaatst. Deze methode werkt alleen bij kleine waterdieptes, en dus lage geulafvoeren. Om ook bij grotere dieptes de afvoer te kunnen meten ontwikkelt de meetdienst momenteel een systeem, waarbij één of meerdere EMS-en vanaf een onbemand vaarttuig in het water worden gelaten.

Om te kunnen toetsen of de geulen voldoen aan de ontwerpeisen voor de afvoer, is behoefte aan afvoermetingen bij Waalafvoeren van 2000 - 3000 m<sup>3</sup>/s. Bij nog hogere afvoeren wordt het technisch onmogelijk om het debiet door de nevengeul te meten (brug stroomt over).

## 6.5 Ecotoxicologie

Het blanco materiaal voor de bioaccumulatie toetsen (tubifex wormen) wordt via de aquariumhandel verkregen. Het blijkt dat dit uitgangsmateriaal vaak reeds zodanig hoge concentraties toxische stoffen bevat dat het moeilijk is om bij de interpretatie aan het einde van de toets te bepalen of er al dan niet sprake is van een verhoogde biologische beschikbaarheid van stoffen. Om dit te voorkomen is het voor een volgende keer aan te raden de oligochaeten voor een korte periode voor te kweken op een schoon (b.v. Drontermeer) sediment<sup>6</sup>. De concentraties contaminanten in het uitgangsmateriaal kunnen zo op een acceptabel niveau worden teruggebracht. Daarnaast zouden er eventueel randvoorwaarden opgesteld kunnen worden voor de gehalten aan contaminanten in het uitgangsmateriaal, zodat er altijd met materiaal van een constante kwaliteit gestart kan worden.

## 6.6 Macrofauna

In de loop van 2000 zullen de resultaten van de uitgebreide macrofaunabemonsteringen in de Rijntakken in 1999 beschikbaar komen. Dan zullen de resultaten betreffende de nevengeulen hier zo snel mogelijk mee vergeleken gaan worden, om zo de resultaten van de Gamerensche Waard in landelijke ontwikkelingen te kunnen plaatsen. Pas dan kan goed beoordeeld worden of er al een meerwaarde van nevengeulen voor de macrofauna aangetoond kan worden.

Hoewel er bij het ontwerp van de macrofaunamonitoring expliciet is gekozen voor herhaalde biotoepbemonstering en niet voor herhaalde locatiebemonstering, is het toch verstandig om indien mogelijk op dezelfde locaties te bemonsteren.

In 2000 zal de bemonstering zich concentreren op de Grote geul, daar deze sinds het najaar van 1999 meestroomt en de resultaten van 2000 mooi vergeleken kunnen gaan worden met die van 1998 en 1999. Ook zullen er in 2000 gelijktijdig enkele monsters in de kribvakken genomen worden om zo een goede referentie van de Waal zelf te hebben.

Er zal in 2000 (mits de waterstand dit toelaat) weer echt in mei bemonsterd worden, om zo ook de vroege uitvliegers nog in de monsters te hebben.

Omdat duidelijk is geworden dat voor het goed kunnen bepalen van het ecologisch rendement van een nevengeul het noodzakelijk is om meer te weten over kolonisatie door macrofauna-soorten zullen de in 1999 verzamelde monsters van drijvende/zwevende macrofauna in de nevengeul nabij Opijnen in 2000 gedetermineerd worden.

## 6.7 Vissen

De bemonstering van de volwassen vis in 1999 heeft zeer weinig exemplaren opgeleverd. De populatie volwassen vissen is zeer dynamisch; de aanwezigheid in het gebied is vaak zeer

---

<sup>6</sup> Een mogelijke genetische aanpassing van de wormen aan het verontreinigde uitgangssediment is hierbij echter nog niet opgelost.

tijdelijk. Het is dan ook de vraag of de populatie volwassen vissen in de toekomst nog bemonsterd moet worden. In de periodieke nevengeulen in Gameren blijkt de samenstelling van de 0- groep visgemeenschap in de tijd weinig variabel, waardoor een bemonstering van 2 tot 3 keer per jaar, bij voorkeur in juni en augustus, voldoende is om de ontwikkelingen te monitoren.



## 7 Reflectie organisatie en projectaanpak

Het project monitoring nevengeulen Waal is in 1997 breed en multidisciplinair opgezet. Dit omdat er vanuit vele vakgebieden vragen met betrekking tot de effecten van nevengeulen waren. Ook vanwege het integrale karakter van het huidige rivierbeheer is er toen voor gekozen om die verschillende vakgebieden bij elkaar te brengen en één multidisciplinair monitoringsprogramma te ontwerpen. Ook zijn er toen keuzes gemaakt met betrekking tot de organisatie van het project. Nu het project enkele jaren aan de gang is, is het goed om eens stil te staan bij de toen gemaakte keuzen en te beoordelen of de toen ingeslagen weg nog steeds de juiste is. De onderstaande tekst is deels het resultaat van een bespreking tijdens een projectgroepvergadering.

### 7.1 Multidisciplinair

De keuze voor het opstellen van een **multi/interdisciplinair** monitoringsprogramma is vooral genomen vanwege de volgende redenen:

- Meer doelmatig en efficiënt meet- en bemonsteringsprogramma.
- Meer interacties tussen disciplines en daardoor meer begrip/inzicht over hoe het in elkaar steekt.
- Grotere overzichtelijkheid bij de opdrachtgever.

Het is nu na zo'n twee jaar monitoren duidelijk dat dit de interacties tussen de verschillende disciplines zeker bevordert heeft. Er wordt meer naar elkaars resultaten gekeken, hetgeen het inzicht al zeker ten goede is gekomen. Toch is door verschillende projectmedewerkers aangegeven dat die integratie beter zou kunnen. Met name is opgevallen dat er toch te weinig tijd is genomen om inhoudelijk dieper met elkaar te discussiëren over gemaakte keuzes en gevonden resultaten.

De doelstelling van een doelmatiger meetprogramma is feite al gehaald bij het opstellen van het monitoringsprogramma. Toen bleek al dat bepaalde metingen/bemonsteringen in elkaar konden worden geschoven.

### 7.2 Tijdspad en rapportages

Indertijd is gekozen voor het opstellen en het gaan uitvoeren van een monitoringsprogramma voor 5 jaar. Na afloop van die 5 jaar zal een evaluatie/eindrappport verschijnen en na elk meetjaar zou een tussentijds integraal resultatenrapport en een serie datarapportages verschijnen. De keuze voor een looptijd van 5 jaar is gemaakt omdat dit de minimale periode om ontwikkelingen in een dynamisch systeem zoals de Waal te evalueren. Verder is 5 jaar een periode die aansluit bij (financiële) plannings.

De resultaten na twee jaar hebben al zoveel informatie opgeleverd dat gezegd kan worden dat een (tussentijdse) evaluatie van de effecten van nevengeulen na 5 jaar mogelijk is. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat door vertraging van de realisering van de nevengeulen er alleen van de periodieke nevengeulen in de Gamerensche Waard er al gegevens over twee jaar zijn (zie ook paragraaf 7.3). Ook is het duidelijk dat een echt-hoogwaterperiode sterk sturend kan zijn voor de ontwikkelingen. Dit betekent dat 5 jaar (waarvan minstens 1 jaar met een echt-hoogwaterperiode) wel het absolute minimum is om meer definitieve conclusies te trekken over de ontwikkelingen in nevengeulen.

De keuze voor een jaarlijkse integrale jaarrapportage blijkt ook goed uit te pakken daar dit de betrokkenen dwingt tot het regelmatig kritisch bekijken van gemaakte keuzen en gevonden re-

sultaten. Ook blijkt deze rapportage al een duidelijke rol te vervullen in het breder verspreiden van al opgedane kennis en ervaring met nevengeulen.

De jaarlijkse datarapportages waren bedoeld om de verzamelde gegevens (en de bijbehorende methodiek) goed vast te leggen in verband met de continuïteit en overdraagbaarheid van het project. Dit blijkt goed te werken. Mede daardoor hebben personele veranderingen in de projectgroep niet tot (essentiële) problemen geleid.

### **7.3 Meerdere typen nevengeulen**

De keuze die indertijd gemaakt is om meerdere typen nevengeulen in dit monitoringsprogramma nevengeulen op te nemen is gemaakt om echt inzicht te verkrijgen over de diverse mechanismen in nevengeulen. Ook zou daarmee inzicht verkregen worden over hoe aspecten zoals locatie binnen het riviertraject, locatie binnen de uiterwaard, wel of geen sedimentvang (voormalige zandwinput) in een nevengeul, permanent of periodiek meestromend doorwerken in hoe de ontwikkelingen in en om nevengeulen verlopen.

Door de flinke vertraging die de realisering van diverse nevengeulen heeft ondervonden, moest de monitoring zich de afgelopen jaren concentreren op de twee periodieke nevengeulen in de Gamerensche Waard (en de nevengeulen in Beneden-Leeuwen en Opijnen). Dit betekent dat over bovengenoemde aspecten veel minder inzicht is gekregen dan gepland. Dat inzicht kan alleen vergroot worden als die nevengeulen daadwerkelijk aangelegd en gemonitord worden. Een duidelijk verbetering in dit verband is de recente realisering van de Grote geul in de Gamerensche Waard. Dit ziet er veelbelovend uit.

### **7.4 Vergelijking met landelijke trends**

Met name voor de biologische/ecologische gegevens is indertijd gekozen voor een bemonsteringsmethodiek die aansluit bij de methodiek die wordt gebruikt voor de landelijke monitoring (MWTL), hoewel dat voor het vergroten van het inzicht niet altijd de beste methode hoeft te zijn om de plaatselijk optredende ontwikkelingen te volgen/begrijpen. Deze keuze is toen gemaakt om in ieder geval de lokale ontwikkelingen in en om die nevengeulen te kunnen vergelijken met landelijke trends. Ook voor het zo concreet en kwantitatief mogelijk aangeven van de ecologische meerwaarde van nevengeulen leek dit een voorwaarde.

Inmiddels heeft voor enkele aspecten (flora en vis) deze vergelijking naar tevredenheid plaatsgevonden. Voor de macrofauna staat deze vergelijking voor de zomer van 2000 op het programma. In de integrale jaarrapportage over 2000 zal hier nader op in worden gegaan.

### **7.5 Samenstelling projectteam en meet/bemonsteringsinstanties**

Bij de opstelling van het programma in 1997 is er voor gekozen om de metingen ten aanzien van de hoogteligging (zowel van zomerbed als van nevengeulen) en de afvoer door de Meetdienst van Directie Oost-Nederland te laten verrichten. Zij nemen samen met het RIZA ook de diverse bodemonsters. Deze monsters worden via het RIZA-laboratorium door externe laboratoria geanalyseerd.

De bemonsteringen/inventarisaties met betrekking tot de ecologie (flora, macrofauna, vis en ecotoxicologie) worden voor het grootste deel uitgevoerd door particuliere organisaties onder directe aansturing van het RIZA.

Het projectteam dat de coördinatie van het programma verzorgt en zorg draagt voor de meeste rapportages bestaat uit diverse deskundigen van het RIZA, een vertegenwoordiger van Directie Oost-Nederland en een vertegenwoordiger van de Meetdienst van Directie Oost-Nederland.



De hierboven beschreven organisatiestructuur heeft de afgelopen jaren aangetoond goed te werken. Toch zijn hier enkele kanttekeningen bij te plaatsen:

- De aansturing van de Meetdienst voor met name de hoogte- en de debietmetingen loopt langs meerdere personen, waardoor wel eens verwarring optreedt. Ook is gebleken dat er aan de debietmetingen zoveel vernieuwende aspecten bleken te kleven dat de uitvoering door de Meetdienst lastiger bleek dan gepland. Verder blijkt dat de tijd die de Meetdienst nodig heeft voor de verwerking van de ruwe basisgegevens zodanig te zijn dat er vaak een lange tijd overeen gaat voordat het geïnterpreteerde resultaat van een meting bekend is.
- Doordat de ecologische en de ecotoxicologische inventarisaties/bemonsteringen inclusief de rapportages uitbesteed worden, blijkt er een gat te zitten tussen de datarapportages en de integrale jaarrapportage. In de datarapportages staan alleen de basisresultaten met een beknopte beschrijving van de methodiek en in de integrale jaarrapportage komen slechts de belangrijkste resultaten aan bod. Dit betekent dat de verwerkingstappen en de uitgebreidere resultaten/interpretaties (ook in relatie met eerdere jaren) niet in rapporten vastliggen. Voor wat betreft de morfologie, chemie en de hydraulica is de datarapportage uitgebreider waardoor deze tussenstappen wel vast liggen.
- Door de grootte van het projectteam is het nog zoeken naar de optimale vergader/overlegstructuur. Enerzijds is het voor de efficiëntie goed om de vergaderingen met een beperkt aantal mensen te houden. Anderzijds is het voor de informatie-uitwisseling en de betrokkenheid van de mensen goed om wel regelmatig met het gehele team bij elkaar te komen.



## 8 *Discussie*

Daar de metingen in de twee nevengeulen in Gameren alleen betrekking hebben op de ontwikkelingen in de eerste paar jaar na aanleg dienen de resultaten als voorlopig te worden beschouwd. In een sterk fluctuerend systeem als het rivierengebied kunnen pas meer definitieve conclusies getrokken worden na meerdere jaren monitoring, waarin zowel jaren met lage rivierafvoeren als jaren met hoge rivierafvoeren zitten. Ondanks deze relativering zijn de verkregen resultaten interessant genoeg om ze naast de doelstellingen te leggen. Met name de signalerende doelstellingen zullen hieronder al de nodige aandacht krijgen. Meer grondige verklaringen kunnen pas later in de meetperiode ontwikkeld worden als er behalve meer meetjaren er hopelijk ook meer nevengeulen zullen zijn.

### *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 geen significante veranderingen in de hoogteligging van het zomerbed zien. Zodoende kan al voorzichtig geconcludeerd worden dat de aanleg van de twee periodieke nevengeulen niet tot aanzanding in het zomerbed heeft geleid. Nu sinds oktober 1999 ook de Grote geul meestroomt, zullen de metingen in de komende jaren moeten uitwijzen of deze geruststellende conclusie ook voor grotere nevengeulen getrokken kan worden.

Met betrekking tot de (dwars)stroming zijn in het afgelopen jaar geen problemen ondervonden. Ook hiervoor geldt dat voor de periodieke geulen al voorzichtig geconcludeerd kan worden dat de optredende dwarsstroming geen probleem vormt voor de scheepvaart. Ook hiervoor zullen de komende jaren moeten aantonen of dergelijke problemen wel optreden bij de Grote geul.

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

Hoewel plaatselijk sterke erosie van de oevers van de twee nevengeulen in Gameren is geconstateerd, is van een bedreigende erosie van de primaire waterkering absoluut geen sprake. Ook de zomerkades worden (nog) niet serieus aangetast door de erosieve kracht van het water in de geulen. De erosie heeft zich in 1998/1999 geconcentreerd op de locaties waar eerder ook al erosie was opgetreden.

### *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. Deze lagen bestaan overigens veelal uit klasse IV sediment (sterkste verontreinigingen zijn met zink en PAK's). Deze verontreinigde laagjes zijn afkomstig van de geërodeerde oevers van de geulen en/of huidig slib in het Waalwater. De precieze herkomst ervan is niet te achterhalen door de geringe hoeveelheden. Er heeft in de twee periodieke nevengeulen in de Gamerensche Waard dus vrijwel geen afzetting van (sterk) verontreinigd sediment plaatsgevonden.

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*

Met een nieuwe vegetatiekaart (die in 2000 gemaakt zal worden) en een nieuw hoogteligingsbestand kan eind 2000 een antwoord op deze vraag gegeven worden. Dan zal bekeken worden of de veranderingen in de Gamerensche Waard sinds 1996 inderdaad hebben geleid tot lagere Maatgevende HoogWaterstanden (MHW).

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. Wel is gebleken dat er door de Westgeul (zelfs met de extra doorgang achter het regelwerk langs) minder water stroomt dan volgens het ontwerp het geval zou zijn. Vooral door de relatief natte jaren stroomden beide geulen een groter deel van het jaar mee dan gepland. De geringe verhoging van de instroomdrempel in de Oostgeul die verleden jaar werd gemeld is inmiddels weer teniet gedaan; beide instroomdrempels liggen nog op de oorspronkelijke hoogte en vormen nog steeds de hoogstgelegen strook van de geul.

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

Hier is nog niets van te zeggen daar de nu meestromende periodieke nevengeulen in de Gamerensche Waard geen sedimentvang bevatten. De sinds oktober 1999 meestromende Grote geul in de Gamerensche Waard bevat wel een sedimentvang (op het einde van de geul), waardoor volgend jaar een eerste indruk van de effectiviteit van een sedimentvang op het einde van een geul verkregen zal zijn.

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

In de twee periodieke nevengeulen in Gameren is een grote verscheidenheid aan stroomminnende macrofaunasoorten aangetroffen. De visbemonsteringen in de nevengeulen hebben weliswaar een groot aandeel stroomminnende vissen aangetoond, maar dit werd vooral veroorzaakt door de lage absolute aantallen eurytope (algemene) soorten. De soortsamenvatting van de visgemeenschap in de periodieke geulen in Gameren bleek sterk te lijken op die van de kribvakken in de Waal zelf.

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

Hoewel de inzichten met betrekking tot erosie en sedimentatie door de metingen en de resultaten vergroot zijn kan nog niet gezegd worden dat de opgetreden patronen volledig verklaard kunnen worden. Hiervoor is het vooral van belang dat er in meerdere (typen) nevengeulen gemeten kan worden (bijvoorbeeld met een sedimentvang aan het begin of op het einde van de geul). De recent aangetakte Grote geul in de Gamerensche Waard is wat dat betreft veelbelovend (lange geul, permanent meestromend, groot debiet, sedimentvang).

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 macrofaunagemeenschap lijkt er voldoende geschikt habitat aanwezig voor de vestiging van diverse doelsoorten. Het geringe 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.

Hoewel de bodem van de Grote geul een chemische verontreinigingsgraad van II/III kent, blijkt uit de bioassays dat de toetsorganismen er vooralsnog geen last van hebben. Een verlaagde biologische beschikbaarheid ligt hier mogelijk aan ten grondslag, dit wordt echter weer tegengesproken door de accumulatie-toetsen met wormen, waar sommige stoffen een verhoogde biologische beschikbaarheid toonden. Later dit jaar zal er een uitgebreidere analyse plaatsvinden van de chemische dataset met de ecotoxicologische bevindingen en in latere instantie ook met de macrofaunawaarnemingen. Dit zal inzicht moeten geven in de vraag of dit dynamische milieu, waar verwacht kan worden dat de beschikbaarheid groter is dan in een laag dynamisch milieu, wel of niet een belemmering oplevert voor kenmerkende levensgemeenschappen.



## **Literatuurlijst**

AquaSense (1998). Macrofauna in de Gamerensche Waard. Inventarisatie van twee nevengeulen en een strang, april 1998. Rapport AquaSense 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.

de Roos-Pouw, J.E.M., J.C. Schmale (1996). Exuviae als biologische parameter, Duinwaterbedrijf Zuid-Holland & PWN waterleidingbedrijf Noord-Holland.

Greijdanus-Klaas, M., B. bij de Vaate (1999). Exotische macro-invertebraten in het zoetwaterdeel van de Rijn en Maas in Nederland. RIZA, Lelystad.

Grift, R.E., A.D. Buijse, J.G.P. Klein Breteler & W.L.T. van Densen (1998). Kansen voor stroomminnende vissen: methodiek voor de bemonstering van de visgemeenschap in uiterwaarden. RIZA nota 98.063. 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 werkdokument 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.

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.

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.

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.

Reinhold-Dudok van Heel, H.C. & P.J. den Besten (1999). The relation between macroinvertebrate assemblages in the Rhine-Meuse delta (The Netherlands) and sediment quality. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 2: 19-38.

Simons, J. & C. Bakker (*in prep.*, 2000). Evaluatierapport monitoring nevengeulen Opijnen en Beneden-Leeuwen. RIZA rapport. RIZA, Lelystad.

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

van der Heijdt, L.M. & J.J.G. Zwolsman (1997). Influence of flooding events on suspended matter quality of the Meuse river (The Netherlands). In: *Destructive water: Water caused natural disasters, their abatement and control*. IAHS publication no. 239. p.p. 285-294.

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.



***Bijlage 1. Locaties van de metingen/bemonsteringen in de Gamerensche Waard  
1998/1999.***



***Bijlage 2. Gevangen vis bij bemonsteringen tussen aug. 1998 en sept. 1999***



### ***Bijlage 3. Lijst van rapportages 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**

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.