

# ***Monitoring nevengeulen***

## ***Integrale jaarrapportage 1997/1998***

Luc Jans, Anne Sorber, Marjolein van Wijngaarden, Esti Reinhold, Bertie van der Heijdt, Albert van der Scheer, Jolande de Jonge en Tom Buijse

RIZA Werkdocument 99.047X

maart 1999

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 .....	8
1.3 Leeswijzer .....	9
2 Gebiedsbeschrijving en uitgevoerd meetprogramma.....	10
2.1 Gamerensche Waard .....	10
2.2 Uitgevoerd meetprogramma.....	11
3 Morfologie en hydraulica .....	14
3.1 Bodemhoogte zomerbed (Waal).....	14
3.2 Stromingspatroon Waal.....	14
3.3 Debiet en stroomsnelheid .....	15
3.4 Bodemhoogte en morfologie .....	15
3.5 Sedimentkwaliteit.....	17
4 Ecotoxicologie.....	19
4.1 Ecotoxicologische effecten .....	19
4.2 Biologische beschikbaarheid toxische stoffen .....	20
4.3 Ecologische effecten .....	20
5 Ecologie.....	21
5.1 Flora .....	21
5.2 Vegetatiestructuur .....	22
5.3 Macrofauna.....	23
5.4 Vissen.....	25
6 Reflectie methodiek.....	27
6.1 Bodemhoogte zomerbed.....	27
6.2 Debiet .....	27
6.3 Bodemhoogte en morfologie .....	27
6.4 Sedimentkwaliteit.....	27
6.6 Flora .....	28
6.7 Vegetatiestructuur .....	28
6.8 Macrofauna.....	28
6.9 Vissen.....	28
7 Discussie.....	30
Literatuurlijst.....	32
Bijlage 1. Locaties van de metingen/bemonsteringen in de Gamerensche Waard 1997/1998.	
Bijlage 2. Vegetatiestructuurkaart Gamerensche Waard augustus 1998. ....	
Bijlage 3. Vershilkaart hoogte bodemligging zomerbed Waal nabij Gameren; mei 1996 - februari 1998. ....	
Bijlage 4. Voorbeeld van een bodemhoogteprofiel van een nevengeul.....	
Bijlage 5. Lijst van rapportages 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:

- 1) het **evalueren** van **ongewenste neven-effecten (risico's)**
  - aanzanding en dwarsstroming in hoofdgeul → gevolgen voor de scheepvaart
  - erosie waterkering → gevolgen voor de veiligheid
  - afzetting verontreinigd sediment → gevolgen voor het beheer
- 2) het **evalueren** van de **gewenste effecten**
  - vergroting afvoercapaciteit rivier
  - blijven de nevengeulen meestromen?
  - vestiging van de gewenste doelsoorten?
  - effectiviteit sedimentvang
- 3) het **vergroten** van de **proces-kennis** omtrent de thema's:
  - ecologisch herstel,
  - hydro-morfologische ontwikkeling
  - 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 twee nevengeulen in de Gamerensche Waard. De realisering van de andere drie nevengeulen heeft namelijk vertraging opgelopen, waardoor daar nog vrijwel 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 eerste jaar.

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

Daar de metingen in de twee nevengeulen in Gameren pas één à twee jaar beslaan 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. Het eventuele effect van de nevengeulen op de aanzanding in het zomerbed is nog niet te onderscheiden van de 'natuurlijke' fluctuaties in de hoogte van het zomerbed.
- Hoewel plaatselijk sterke erosie van de oevers van de nevengeulen is geconstateerd, is van een bedreigende erosie van de primaire waterkering absoluut geen sprake.
- Er heeft tot nu toe geen omvangrijke afzetting van (sterk) verontreinigd sediment in de periodieke nevengeulen in de Gamerensche Waard plaatsgevonden. De verontreinigde (slib)lagen zijn over het algemeen zeer dun.
- Tot nu toe is er geen beheersinspanning (baggeren) nodig geweest om de twee periodieke nevengeulen mee te laten blijven stromen.

- In de twee periodieke nevengeulen in Gameren is een grote verscheidenheid aan stroomminnende macrofauna- en vissoorten aangetroffen. De vraag of dit stabiele vestigingen zijn of toevallige tijdelijke koloniaties, kan op dit moment nog niet beantwoord worden. Met betrekking tot de flora is een geringe meerwaarde van de nevengeulen vastgesteld (met name pioniersoorten van slikkige en zandige oevers).
- De resultaten van de ecotoxicologische bioassays en accumulatie testen geven aan dat lange termijn, chronische effecten niet uit te sluiten zijn. Dit kan ertoe leiden dat gevoelige soorten zich niet permanent kunnen vestigen of dat zich suboptimale populaties ontwikkelen. Hoe die toxiciteit van invloed is op de aantallen en precieze soort samenstelling van de macrofaunalevensgemeenschap zal de komende jaren duidelijker moeten worden.

Deze resultaten hebben geen aanleiding gegeven tot grote veranderingen in het monitoringsprogramma. Zodoende wordt in 1999 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).

Nevengeulen vormen een kenmerkend rivierbegeleidend ecotoop, dat tot voor kort volledig ontbrak in het Nederlandse rivierengebied. Door de normalisatie van de rivier was er geen ruimte meer voor langzaamstromend ondiep water. Hierdoor ontbraken diverse rivierkenmerkende organismen. Door de aanleg van nevengeulen worden er weer mogelijkheden geschapen voor organismen die in de hoofdgeul geen kans hebben. Ook voldoen nevengeulen 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.

98B6

De westelijke nevengeul in de Gamerensche Waard. Stroomopwaarts gezien, met op de achtergrond de brug bij Zaltbommel. (Foto: Luc Jans; juli 1998)

## 1.2 Doelstelling

De doelstelling van het monitoringsprogramma nevengeulen is het voorzien in de informatie-behoefte voor:

1. het **evalueren** van **ongewenste neven-effecten (risico's)**
2. het **evalueren** van de **gewenste effecten**
3. het **vergroten** van de **proces-kennis** omtrent de thema's:
  - ecologisch herstel,
  - hydro-morfologische ontwikkeling
  - en het beheer

van nevengeulen.

Hiertoe zijn negen subdoelstellingen geformuleerd:

1. Vaststellen of en in welke mate ongewenste neveneffecten voor de **scheepvaart** optreden (aanzanding en stroming);
2. Vaststellen of en in welke mate ongewenste neveneffecten voor de **veiligheid** optreden (erosie waterkering);
3. Vaststellen of en in welke mate ongewenste neveneffecten voor het **beheer** optreden (afzetting van verontreinigd sediment).
4. Vaststellen of en in welke mate de **ruimte voor de rivier** die de nevengeul biedt teniet wordt gedaan door de ontwikkeling van de vegetatie;
5. Vaststellen welke beheersinspanning nodig is om het **permanent stromende karakter** van een nevengeul te behouden;
6. Vaststellen van de effectiviteit van een **sedimentvang** in een nevengeul;
7. Vaststellen of en in welke mate de **doelsoorten** van het ecotoop **nevengeul** zich vestigen.
8. **Verklaren** van **erosie- en sedimentatiepatronen** in de neven- en hoofdgeul en uitbreiden van bestaande hydrologische modellen op dit gebied;
9. **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 1997/1998 wordt vrijwel alleen ingegaan op de ontwikkelingen in de Gamerensche Waard. De twee nevengeulen in de Stiftse Waard en in de Afferdensche & Deestsche Waarden zullen nauwelijks aan bod komen, daar deze geulen door vertraging in de vergunningverlening en uitvoering nog niet gerealiseerd zijn. Ook de permanent meestromende nevengeul in de Gamerensche Waard is nog niet gerealiseerd (verwachte realisering juni 1999), zodat ook deze geul in deze rapportage nog weinig aandacht krijgt.

In de Heesseltse Waard (nabij Opijnen) en in de Leeuwense Waard (nabij Beneden-Leeuwen) zijn enige jaren geleden (respectievelijk 1994 en 1995) twee '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 1999 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 1997/1998 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. In hoofdstuk 7 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, discussie, flora en vegetatiestructuur

Anne Sorber (RIZA-WSR): Morfologie en hydraulica

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

Esti Reinhold & Jolande de Jonge (RIZA-WSE): Macrofauna en ecotoxicologie

Tom Buijse (RIZA-WSE): Macrofauna en vissen

## 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 worden 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 hoogwatergeulen (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 minder dynamische, permanent meestromende nevengeul bevat een sedimentvang (voormalige zandwinput) vlak voor de uitstroombening.

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	juni 1999 (gepland)	2

### Beheer

In de Gamerensche waard is in principe gekozen voor een begrazingsbeheer met runderen en paarden. Op 1 mei 1998 is vooralsnog gestart met een kudde van 18 runderen (koeien, vaarzen en kalveren; Maas-Rijn-IJssel ras). Vanwege het opkomende hoogwater is de kudde op 19 oktober 1998 uit het gebied gehaald. Door de aanhoudende regenval, de relatief hoge rivierwaterstanden en de start van de realisering van het middengedeelte van de grote nevengeul is de kudde in 1998 niet meer in het gebied teruggekeerd. Midden in de Gamerensche waard is nog een perceel van ca. 1,5 ha in bezit en gebruik bij een particulier. Deze gronden moeten nog worden verworven. Het perceel is met een raster afgebakend. Periodiek breekt het vee uit het gerasterde deel en verspreid zich over de gehele Gamerensche Waard (in 1998 4 maal). In tabel 2 staan deze periodes en de bijbehorende veebezetting aangegeven.

Tabel 2. De aantallen runderen en periodes van hun aanwezigheid in de Gamerensche Waard gedurende 1998.

	Periode	Aantal runderen	Aantal veedagen
Begrazingsbeheer door Staatsbosbeheer	1 mei - 19 oktober	18	3096
Onbedoelde uitbraken van particulier vee	7 juli - 10 juli	17	51
	22 juli - 3 augustus	19	247
	11 augustus - 24 augustus	19	266
	10 september - 27 oktober	32	1536
<b>Totaal</b>			5196

Uit tabel 2 is af te leiden dat er gedurende het zomerhalfjaar van 1998 gemiddeld genomen 28 runderen rondliepen (5196 gedeeld door 183 dagen). Aangezien de oppervlakte 'begrasbaar' terrein (grasland, ruigte, pioniervegetatie, e.d.) ongeveer 30 ha beslaat, betekent dit aantal een gemiddelde veedichtheid van zo'n 1 dier per hectare.

### **Inrichtingswerkzaamheden in 1997/1998**

Nadat de werkzaamheden in de Gamerensche Waard in het kader van de Deltawet Grote rivieren eind 1996 waren afgerond heeft de verdere realisering tot oktober 1997 stilgelegen. De belangrijkste reden hiervoor was de bewoning van het voormalige steenfabrieksterrein. Begin oktober 1997 is uiteindelijk begonnen met het verwijderen van de gebouwen. De materialen die tijdens de werkzaamheden zijn vrijgekomen zijn afgevoerd. Deze werkzaamheden zijn eind november 1997 afgerond.

In 1998 is een start gemaakt met de realisering van de grote geul in de Gamerensche Waard<sup>1</sup>. Hiertoe wordt een reguleringswerk met brug in het middengedeelte van de geul aangelegd en wordt de instroomopening van de geul gegraven. Door de vele neerslag in de nazomer kon pas begin oktober de eerste start worden gemaakt met het realiseren van het reguleringswerk en de brug in het middengedeelte van de geul. Vanwege het dreigende hoogwater moesten deze werkzaamheden echter weer spoedig gestaakt worden. Begin december zijn de werkzaamheden weer opgestart, waarna spoedig het middengedeelte conform de bestektekeningen is uitgegraven. Bij deze vergravingen is ca. 32.000 m<sup>3</sup> grond vrijgekomen, die in eerste instantie in depot is gezet aan de oostzijde van de toegangsweg ter hoogte van het voormalige steenfabrieksterrein. Vanuit dit depot is het in het diepe deel van de grote geul (ten oosten van de toegangsweg) geschoven. 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.

De instroomopening van de grote geul zal worden gerealiseerd zodra hiervoor de ontgrondingsvergunning is verleend. Op basis van de huidige planning is dit juni 1999.

### **Baggeren**

In het zomerbed van de Waal is ter hoogte van de Gamerensche Waard (rivier-kilometer 936 t/m 939) na 1995 niet meer gebaggerd (med. Dienstkring Boven Rijn en Waal). In 1995 zijn met name aan de rechteroever van de Waal ter hoogte van de Gamerensche Waard nog wel grote hoeveelheden zand weggebaggerd.

## **2.2 Uitgevoerd meetprogramma**

In 1997/1998 zijn de nevengeulen in de Gamerensche Waard intensief en multidisciplinair gemonitord grotendeels conform het in 1997 opgestelde programma (Jans *et al.*, 1998). De belangrijkste wijzigingen ten opzichte van dit projectplan zijn:

- Twee (extra) visbemonsteringen in de Westgeul
- Geen tellingen van (water)vogels
- Geen stroomsnelheids/debietmetingen

---

<sup>1</sup> Voor deze werkzaamheden is door de Grontmij (Arnhem) een bestek vervaardigd. Het bestek is in juni 1998 aanbesteed door het Polderdistrict Groot Maas en Waal te Druten en gegund aan Aannemersbedrijf Oldenkamp B.V. (Nistelrode).

In tabel 3 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 3. Overzicht van de gemeten aspecten in het kader van het monitoringsprogramma nevengeulen.

Onderdeel	Locatie(s) (zie ook bijlage 1)	1997	1998
Peilingen zomerbed Waal	Waal nabij Gamerensche, Afferdenschsche & Deestsche en de Stiftse Waarden	t/m mei maandelijks, daarna elk kwartaal	elk kwartaal
Hoogtemetingen nevengeul	Westgeul en Oostgeul	mei + november	mei
Bemonsteringen t.b.v. bodemanalyses (fysisch en chemisch)	Westgeul en Oostgeul	25/4 en 18/11	18/5, 19/5 en 20/5
Bemonstering t.b.v. ecotoxicologie	Westgeul, Oostgeul en geïsoleerde strang	-	18/5 en 19/5
Kartering vegetatiestructuur	Gehele Gamerensche Waard	-	22/7 en 4/8
Inventarisatie flora	Gehele Gamerensche Waard	-	20/5, 15/6 en 16/9
	Stiftse Waard	-	15/6, 16/6 en 16/9
	Afferdenschsche & Deestsche Waarden	-	16/6, 17/6 en 16/9
Bemonstering macrofauna	Westgeul, Oostgeul en geïsoleerde strang	-	18/5, 19/5 en 20/5
Bemonstering vissen	Westgeul	-	14/8 en 22/9

### Nulsituatie

De monitoring is gestart met de meting van de ‘dynamische’ nulsituatie van de hoogteligging van het zomerbed vóór de aantakking van de geulen en de ‘nul-meting’ (eind 1996) van de bodemhoogte van de uiterwaard met de toen net gerealiseerde periodieke nevengeulen. De nulsituatie van de bodemsamenstelling en bodemchemie is niet gemeten.

Dia Tom

Visbemonstering in de westelijke nevengeul in de Gamerensche Waard. (Foto: Tom Buijse; augustus 1998)

## **Monitoring**

Voor het vastleggen en bepalen van veranderingen in abiotiek in en om de nevengeulen zijn bodemhoogtemetingen (langs raaien) uitgevoerd 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 monsterlocaties staan weergegeven in bijlage 1. Ten behoeve van ecotoxicologische analyses zijn op diverse locaties tegelijkertijd zowel sedimentmonsters als macrofaunamonsters genomen. Met deze sedimentmonsters zijn zowel bodemchemische als ecotoxicologische analyses uitgevoerd. De flora is opgenomen door middel van een soortsinventarisatie van de totale kilometerhokken in de Gamerensche, de Stiftse en de Afferdensche & Deestsche Waarden. Voor de inschatting van de visgemeenschap van de Westgeul heeft een bemonstering plaatsgevonden met behulp van diverse typen netten.

## **Datarapportages**

Over de precieze methoden, resultaten en de totale verwerking daarvan zijn aparte datarapportages verschenen:

- Macrofauna: AquaSense (1998c)
- Ecotoxicologie: AquaSense (1998a) en AquaSense (1998b)
- Flora: Odé & Beringen (1998)
- Morfologie/hydraulica en bodemchemie: Sorber *et al.* (1999)

Met betrekking tot vissen en vegetatiestructuur zijn in 1998 wel gegevens verzameld, maar dit was in een dusdanig beperkte mate dat hier geen aparte datarapportages van zijn opgesteld.

In bijlage 5 is de totale lijst van alle tot nu toe binnen dit project verschenen rapporten opgenomen.

### **3 Morfologie en hydraulica**

#### **3.1 Bodemhoogte zomerbed (Waal)**

Op grond van de resultaten van de bodemhoogtemetingen is het nog niet mogelijk exacte conclusies te trekken over de aanzanding van het zomerbed nabij Gameren. Extreme aanzanding zou in de resultaten wel zichtbaar zijn geworden, maar was al niet te verwachten omdat nog slechts twee geulen gestroomd hebben. In de praktijk zijn geen beperkingen voor de scheepvaart geconstateerd. De vaargeulafmetingen voldoen aan de criteria (breedte 170 m, diepte 2.80 m bij Overeengekomen Lage Rivierstand OLR) en er zijn in de hoofdgeul ter hoogte van de Gamerensche Waard sinds 1995 geen ondiepten weggebaggerd. In de verschilkaart van vlak vóór en ruim na de aantakking (bijlage 3) worden de meeste hoogteverschillen veroorzaakt door het 'wandelen' van duinen over de rivierbodem. Het duinpatroon is echter niet te zien; de raaiafstand is daarvoor te groot. Het effect van de nevengeulen op het zomerbed kan zichtbaar worden gemaakt door verdergaande analyse van de gegevens, zoals beschreven in hoofdstuk 6.

De bodemhoogtegegevens van het zomerbed nabij de Stiftse en de Afferdensche & Deestsche Waarden zijn nog niet uitgewerkt omdat de geplande nevengeulen nog niet gerealiseerd zijn.

#### **3.2 Stromingspatroon Waal**

Navraag bij de dienstkring heeft uitgewezen dat hun boten geen hinder hebben ondervonden van stroming bij de in- en uitstroomopeningen van de nevengeulen. Aangenomen wordt dat dit ook geldt voor de scheepvaart in z'n geheel.

98A11

Instroomopening van de Westgeul in de Gamerensche Waard. Op de voorgrond de geplande instroomopening; iets verder naar achteren de niet-geplande geërodeerde opening. (Foto: Luc Jans; juli 1998)

### 3.3 Debiet en stroomsnelheid

In figuur 2 is de afvoer bij Lobith voor 1997 en 1998 weergegeven. De waterstanden waarbij de geulen nog net meestromen zijn gelijk verondersteld aan de aanleghoogte van de drempels in de Oost- en Westgeul (2.04 respectievelijk 0.95 m +NAP). Deze standen zijn omgerekend naar het bijbehorend debiet bij Lobith (2340 respectievelijk 1150 m<sup>3</sup>/s). In de figuur is dus te zien welk deel van het jaar de geulen hebben gestroomd.

Figuur 2. Afvoer bij Lobith en de drempelwaarden waarboven de twee periodieke nevengeulen in de Gamenersche Waard meestromen. De weergegeven drempelwaarden corresponderen met de aanleghoogtes van de drempels in beide nevengeulen.

De Westgeul stroomde in 1997 341 dagen en in 1998 zelfs 356 dagen, terwijl dit volgens het ontwerp gemiddeld 265 dagen zou zijn. De Oostgeul heeft in 1997 relatief weinig meegeestroomd (81 dagen i.p.v. de geplande 100), maar in 1998 veel (148 dagen). Hierbij dient wel gerealiseerd te worden dat door sedimentatie in het eerste deel van deze Oostgeul de drempel de afgelopen jaren hoger is komen te liggen (verhoging met enkele decimeters; zie §3.4). Hierdoor zal de periode van daadwerkelijk meestromen korter zijn geweest dan de hier aangegeven 81 en 148 dagen.

Bij lage waterstanden (tot  $\pm 1$  meter waterdiepte) in de periodieke nevengeulen is er een groot effect van passerende schepen op de stroomsnelheid en -richting van het water in de nevengeul. Door de grote zuigende en duwende kracht van de schepen kan de stroomrichting van het ene op het andere moment omslaan. Het komt dan regelmatig voor dat het water in de nevengeul 'stroomopwaarts' stroomt.

### 3.4 Bodemhoogte en morfologie

Tijdens de eerste hoogwatergolf na de aanleg van de nevengeulen (voorjaar 1997) hebben de eerste grote veranderingen in de morfologie plaats gevonden. Vanuit die situatie hebben de meeste ontwikkelingen zich voortgezet. De ontwikkelingen zijn gevolgd door middel van metingen in raaien en veldwaarnemingen (Sorber *et al.*, 1999). Op basis daarvan zijn morfologische eenheden onderscheiden, die zijn weergegeven in de figuren 3 en 4. De begrenzing van de eenheden is gebaseerd op een veldbezoek in september 1997. Sedimentatie is aangegeven op basis van de hoogteprofielen en betreft daarom alleen zand (de dunne sliedlagen zijn in de hoogteprofielen niet herkenbaar). De exacte grafieken van de verschillende raaien op de verschillende data zijn in Sorber *et al.* (1999) weergegeven. Ter illustratie is één van die grafieken in bijlage 4 opgenomen.

## Twee foto's van Frouwke

Illustratie van het effect van de scheepvaart op de stroomrichting en -snelheid van het water in de nevengeul. Instroomopening van de Westgeul in de Gamerensche Waard. De twee foto's zijn binnen één minuut gemaakt. (Foto's: Frouwke Stegeman; juli 1998)

### **Oostgeul**

Bij de instroomopening van de Oostgeul is een ruim twee meter hoge steilrand ontstaan, die sterk aan erosie onderhevig is (figuur 3). Van september 1996 tot september 1997 was de terugschrijding plaatselijk al 15 meter. In het eerste deel van de geul is een zandbank (1 tot 2 meter dik) gevormd, die zich in stroomafwaartse richting lijkt uit te breiden of te verplaatsen. De rest van de geul heeft een overwegend kleiige bodem, waarop een laagje slib wordt aange-troffen, afgezet in periodes dat de geul heeft gestroomd. Dit deel is in figuur 3 door stippel-lijntjes in drieën gesplitst. Ter hoogte van raai 32 is de geulbodem laag gelegen en zeer slib-rijk, ter hoogte van raai O4 is de bodem hoger en begroeid en in het laatste deel zijn poeltjes aanwezig die permanent met water gevuld zijn en waarin zich een slibbige toplaag opbouwt. Figuur 3. Morfologische eenheden Oostgeul Gamerensche Waard september 1997.

### **Westgeul**

Ook bij de instroomopening van de Westgeul vindt sterke erosie van de oevers plaats, zelfs om de stenen drempel van de inlaat heen (figuur 4). Deze geul stroomt dus niet alleen vaker mee dan gepland was (als gevolg van de lagere aanleghoogte van de drempel), maar heeft ook een breder profiel gekregen, zodat de afvoer groter is. Evenals in de Oostgeul bevindt zich in het eerste deel van de Westgeul een zandbank (tot 1 meter dik). In het middelste deel is



weinig veranderd, lokaal is een dun laagje slib afgezet. Verder stroomafwaarts zijn ook zandbanken ontstaan. Daarnaast vallen de vele steilranden op. Deze zijn onder meer een gevolg van golven van passerende schepen. In het kribvak van de instroomopening van de Westgeul is ook een aanzienlijke erosie opgetreden (raaien L2 en W1).

Figuur 4. Morfologische eenheden Westgeul Gamerensche Waard september 1997.

98B7

Een zandbank in de westelijke nevengeul in de Gamerensche Waard. (Foto: Luc Jans; juli 1998)

### 3.5 Sedimentkwaliteit

De chemische kwaliteit van de bodemmonsters varieert sterk. De resultaten van de chemische analyses gecombineerd met de textuur van de desbetreffende monsters is voor de bemonstering van november 1997 weergegeven in figuren 5 en 6 voor respectievelijk de Oost- en de Westgeul. De resultaten van de bemonstering in mei 1998 zijn weergegeven in figuren 7 en 8. 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. Voor de steilrand is dit gerekend vanaf de bovenkant van de steilrand.

Figuur 5. Chemie en textuur van de bodemmonsters in de Oostgeul van de Gamerensche Waard van september (steilrand) en november 1997. Tussen haakjes staat de diepte vanaf het maaiveld waarop het monster is genomen. Voor de steilrand is dit gerekend vanaf de bovenkant van de steilrand.

Uit deze figuren blijkt dat plaatselijk klasse IV materiaal aan de oppervlakte aangetroffen wordt; het betreft hier enkel kleiige sedimenten. Dit geldt allereerst voor de monsters genomen uit de grote steilrand van de Oostgeul. Voor al deze locaties geldt dat zink, al dan niet in combinatie met arseen of PCB's, de klassebepalende parameter is. De hoge gehalten, zoals die in de steilrand aangetroffen zijn, kunnen worden verklaard doordat deze steilrand zich bevindt in een deel van de uiterwaard dat pas na 1925 is gevormd. Middelkoop (1997) rapporteert voor die periode reeds hoge gehalten aan zware metalen in Rijn-uiterwaardsedimenten. De

steilrand nabij de instroom van de Westgeul is niet bemonsterd, maar om dezelfde reden is de verwachting dat ook daar sedimenten met een vergelijkbare kwaliteit aanwezig zullen zijn.

Het klasse IV sediment dat stroomafwaarts op de bodem van de beide geulen wordt aangetroffen, is waarschijnlijk afkomstig van het materiaal dat elders in de geul van de oevers is geërodeerd. Plaatselijk betreft het echter monsters van blootgelegde 'oude' bodemlagen. Het slibbige sediment met kwaliteitsklasse II/III dat aangetroffen wordt, kan direct afkomstig zijn uit de Waal, maar kan ook een mengsel zijn van oud uiterwaardsediment en recent Waalslib. Door de heterogeniteit in de metingen, de geringe slibdiktes en het ontbreken van ouderdoms-indicatoren, kan hier vooralsnog geen definitieve conclusie aan verbonden worden.

Figuur 6. Chemie en textuur van de bodemmonsters in de Westgeul van de Gamerensche Waard van november 1997. Tussen haakjes staat de diepte vanaf het maaiveld waarop het monster is genomen.

97F2

De steilrand nabij de instroomopening van de Oostgeul in de Gamerensche Waard. (Foto: Luc Jans; juli 1997)

Figuur 7. Chemie en textuur van de bodemmonsters in de Oostgeul van de Gamerensche Waard van mei 1998. Tussen haakjes staat de diepte vanaf het maaiveld waarop het monster is genomen. Voor de steilrand is dit gerekend vanaf de bovenkant van de steilrand.

Figuur 8. Chemie en textuur van de bodemmonsters in de Westgeul van de Gamerensche Waard van mei 1998. Tussen haakjes staat de diepte vanaf het maaiveld waarop het monster is genomen.

## 4 Ecotoxicologie

### 4.1 Ecotoxicologische effecten

In tabel 4 staan de resultaten weergegeven van de ecotoxicologische analyses van monsters uit de Gamerensche Waard. Met sediment van een negental locaties zijn bioassays voor de bepaling van de toxiciteit van het sediment uitgevoerd. Vier locaties vormden onderdeel van dit monitoringsprogramma nevengeulen (AquaSense, 1998b). Daarnaast zijn aanvullend (vanuit een ander project gefinancierd) nog vijf locaties bemonsterd (AquaSense, 1998a). Hierdoor is voor dit eerste jaar een goed beeld verkregen van de acute en chronische toxiciteit van het sediment in zowel de Oost- en Westgeul als van de in 1998 nog geïsoleerde strang. Van vier locaties is ook sediment bemonsterd voor de bepaling van de biologische beschikbaarheid van toxische stoffen en voor de bepaling van de mogelijk verhoogde toxiciteit aan de hand van oligochaeten (wormen) bioassays.

Tabel 4. Monsterlocaties (zie bijlage 1 en figuur 10) met een samenvattende beoordeling van de resultaten van de bioassays (TRIADE-methode; Maas *et al.*, 1993). -: geen tot weinig effect/blootstelling; \* matig effect/blootstelling; \*\*: ernstig effect/hoge blootstelling; <sup>1</sup> arseen is niet bepaald.

Locatie	Type substraat	Verontreinigings-klasse + kenmerkende stoffen <sup>1</sup>	Bioassays toxiciteit				Bioassays bioaccumulatie
			<i>V. fischeri</i> (bacterie)	<i>C. riparius</i> (muggenlarf)	<i>D. magna</i> (watervlo)	Eindoordeel	Oligochaeten
<b>Westgeul</b>							
W3Z	klei op zand	0	-	-	-	-	**
W3N	klei op zand	4: Zn 3: Hg, PAK	-	-	*	*	**
W4N	klei op zand	2	*	-	**	**	**
W5Z	slib	3: PAK, HCB, Σpesticiden	-	*	**	**	
W7M	zand	2	-	-	-	-	
<b>Oostgeul</b>							
O5Z	slib	3: HCB	*	*	**	*	**
O3½M	slib	3: HCB, ΣPCB	-	*	-	*	
<b>Strang</b>							
S1	slib/klei	2	*	-	*	*	
S2	zandig slib	2	-	*	-	*	

De bioassay met *Vibrio fischeri*, een bacterietoets, geeft inzicht in de acute toxiciteit van poriewater. De toetsen met de watervlo (*Daphnia magna*) en de muggenlarf (*Chironomus riparius*) zoomen in op de chronische toxiciteit van poriewater, respectievelijk sediment. De effectparameters die in deze testen bekeken worden zijn sterfte, groeiremming en reproductie.

Uit het eindoordeel blijkt dat op 2 van de 9 locaties geen effecten gevonden zijn en dat de overige 7 locaties matig tot ernstig toxisch zijn. De 2 niet-toxische locaties zijn een zandlocatie klasse 2 (W7M) en een klei op zand locatie klasse 0 (W3Z). Ernstig effect werd met name in de Westgeul gevonden (W4N en W5Z, een klei op zand respectievelijk slib locatie). In beide sedimenten vertoonde de watervlo een ernstig effect. Hoewel de geïsoleerde strang chemisch gezien relatief schoon was toonde de locatie S1 een matig effect in de bacterietoets en locatie S2 een matig effect op de muggenlarven. Geconcludeerd kan worden dat op verschillende locaties de bodem toxisch is voor organismen. Hierbij zijn niet zozeer acute toxische effecten te verwachten, maar eerder lange termijn chronische effecten. Een relatie

met de chemische kwaliteit van het sediment is aanwezig, maar niet overal eenduidig. Het is aan te bevelen (mede gezien de bioaccumulatie-resultaten), arseen in het vervolg bij de chemische bepalingen wel mee te nemen.

#### **4.2 Biologische beschikbaarheid toxische stoffen**

Toxische stoffen in sediment komen gebonden aan substraat voor en zijn slechts ten dele beschikbaar voor de opname door levende organismen. Er bestaat een evenwichtsverdeling tussen de gebonden en de opgeloste fase. Op deze verdeling is de risicoschatting van toxische stoffen voor organismen gebaseerd. Door allerlei factoren kan de fractie opgelost materiaal groter of kleiner zijn dan volgens deze gehanteerde evenwichtsverdeling. Dit kan dus een groter respectievelijk kleiner risico voor organismen betekenen. Dynamiek en veranderd grondgebruik zijn belangrijke factoren die inspelen op die beschikbaarheid. Met behulp van een oligochaeten(wormen) bioassay kan verhoogde of verlaagde biologische beschikbaarheid van toxische stoffen ten opzichte van het verwachtingspatroon worden bepaald. In de Game-rensche Waard is met sediment van 4 locaties deze test uitgevoerd (tabel 4). Het blijkt dat voor alle vier de sedimentmonsters het eindoordeel 'hoge blootstelling' luidt. Met name de zware metalen arseen, lood en nikkel namen aanzienlijk toe en in mindere mate cadmium, kwik en minerale olie. Worden de concentraties in de organismen vergeleken met de MTR-waarden (=Maximaal Toelaatbaar Risico), dan blijkt dat voor alle vier de monsters een doorvergiftigingsrisico van cadmium uit het sediment via wormen naar vogels bestaat, en voor de locaties W4N en O5Z geldt dit ook voor kwik. Zowel uit deze bioaccumulatiegegevens, als uit de bodemchemische bevindingen (hoofdstuk 3, figuren 5 t/m 8) blijkt dat we met een sterk dynamisch systeem te maken hebben dat leidt tot een verhoogd risico voor levende organismen.

#### **4.3 Ecologische effecten**

Gebaseerd op een uitgebreide dataset uit diverse rivier- en meersystemen is een relatie gevonden tussen enerzijds dichtheid en soortenrijkdom van de macrofauna en anderzijds de chemische kwaliteit van het sediment. Hierop is een beoordelingssystematiek ontworpen die aangeeft of er sprake is van een ongestoorde, matig gestoorde of ernstig gestoorde levensgemeenschap. Eén jaar kolonisatie van macrofauna is nog te prematuur om met behulp van dit beoordelingssysteem harde uitspraken te doen, maar globaal kan gezegd worden dat de muggenlarven in soortenrijkdom en dichtheid het op de locaties O3½M en O5Z goed doen, terwijl de overige diergroepen en alle groepen op de overige locaties een matig beeld laten zien. In hoofdstuk 5.3 wordt uitgebreid op de bevindingen op het gebied van macrofauna ingegaan. Hierin wordt een positief beeld ten aanzien van de gevestigde macrofauna geschetst. De ecotoxicologische bevindingen geven echter duidelijke signalen af dat er wel degelijk ecologische effecten kunnen zijn als gevolg van verontreinigd sediment. Alertheid is dus geboden om te kunnen beoordelen of ook de kwetsbare soorten zullen terugkeren en zich handhaven en of de populaties die zich vestigen zich mogelijk suboptimaal ontwikkelen.

## 5 Ecologie

### 5.1 Flora

#### Floristische kwaliteit

Door de stichting FLORistisch Onderzoek Nederland (FLORON) is in het kader van de Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL) een methodiek ontwikkeld die op basis van soortenlijsten de kwaliteit en ontwikkeling van de flora kan beoordelen. De essentie hiervan is dat per kilometerhok en per ecosysteemtype de Floristische Kwaliteit wordt bepaald (voor uitleg Floristische Kwaliteit zie kader). Door FLORON is een nevengeul niet als een apart ecosysteemtype onderscheiden omdat een nevengeul eigenlijk uit diverse ecosysteemtypen bestaat (met name Water, Slikkige oever, Zand- en grindstrand en Dynamische ruigte). Hierdoor kan niet gesproken worden over dé floristische kwaliteit van een nevengeul.

De **Floristische Kwaliteit** is een index, die per kilometerhok en per ecosysteemtype wordt berekend. Er worden 12 ecosysteemtypen onderscheiden, die ieder worden gekarakteriseerd door een groep van ecologisch verwante karakteristieke soorten. De Floristische Kwaliteit van een ecosysteemtype wordt berekend op basis van het aantal aanwezige karakteristieke soorten, hun abundantie (mate van voorkomen), hun natuurwaarde (combinatie van zeldzaamheidsgetal en Rode-Lijstcategorie) en hun indicatiewaarde (Tamis & Groen, 1996; Odé *et al.*, 1997; Odé & Beringen, 1998). In figuur 9 is de Relatieve Floristische Kwaliteit weergegeven. Hierbij is rekening gehouden met het gegeven dat de grenswaarden voor de diverse ecosysteemtypen voor de klassen 'zeer goed', 'goed', 'matig' en 'slecht ontwikkeld' niet op gelijke hoogtes liggen.

Zoals te zien is in figuur 9 hebben de twee periodieke nevengeulen in Gameren tot nu toe een geringe toegevoegde waarde voor de ecosysteemtypen Slikkige oever, Zand- en grindstrand en Dynamische ruigte (Odé & Beringen, 1998). Voor deze drie ecosysteemtypen heeft de aanwezigheid van de nevengeul tot een lichte toename van de floristische kwaliteit geleid. Voorbeelden van soorten die hebben bijgedragen aan de verhoging van die floristische kwaliteit zijn: **Kleine leeuwenbek, Liggende ganzenvoet, Beekpunge, Koninginnenkruid en Late guldenroede**. Natuurlijk zijn er in en om de nevengeulen wel meer plantensoorten aangetroffen die karakteristiek zijn voor Slikkige oevers en Zand- en grindstranden. Deze soorten zijn echter buiten de nevengeul (elders in het betreffende kilometerhok) in minstens dezelfde hoeveelheden aangetroffen. Dit zijn soorten zoals: **Zeegroene ganzenvoet, Naaldwaterbies, Slijkgroen, Liggende ganzerik, Klein vlooienkruid, Blaartrekkende boterbloem, Goudzuring, Moeraszuring, Bezemkruiskruid, Rode waterereprijs en Late stekelnoot** (Odé & Beringen, 1998). Je kunt dus stellen dat de twee periodieke nevengeulen in Gameren voor deze soorten geen toegevoegd biotoop opleveren. Elders in de uiterwaard vinden ze op dit moment een minstens zo geschikt biotoop.

Een vergelijking met de floristische kwaliteit van andere uiterwaarden van de Waal kan pas in 1999/2000 plaatsvinden daar de overige kilometerhokken langs de Waal pas in 1999 geïnventariseerd worden. Dan kan bepaald worden wat de floristische meerwaarde is van uiterwaarden met nevengeulen ten opzichte van uiterwaarden zonder nevengeulen.

Figuur 9. De relatieve floristische kwaliteit van de diverse ecosysteemtypen van twee kilometerhokken in de Gamerensche Waard in 1998. Naast de relatieve floristische kwaliteit van het gehele kilometerhok is ook die van het kilometerhok exclusief nevengeul en die van alleen de nevengeul weergegeven. Hierdoor is de toegevoegde waarde van de nevengeul af te lezen.

### Doelsoorten

Van de plantensoorten die in het projectplan met betrekking tot de monitoring van deze nevengeulen (Jans *et al.*, 1998) worden genoemd als zijnde soorten die van de aanleg van nevengeulen zouden profiteren, zijn er tot nu toe weinig aangetroffen (alleen **Slijkgroen**, **Zwanenbloem**, **Gele waterkers** en **Naaldwaterbies**). Overigens is in het projectplan al aangegeven dat van de periodieke nevengeulen minder plantensoorten zullen profiteren dan van de permanent meestromende nevengeulen. De landelijk sterk bedreigde soort **Klein vlooienkruid** is op uitgebreide schaal in de Gamerensche Waard aangetroffen, zowel langs de nevengeulen als op de oevers van de geïsoleerde en eenzijdig aangetakte wateren. **Bruin cypergras** was zeker verwacht langs de nevengeulen, maar is tot nu toe alleen aangetroffen langs de geïsoleerde strang. In geen van de twee periodieke nevengeulen zijn ondergedoken en/of drijvende waterplanten aangetroffen.

Er dient beseft te worden dat de betreffende nevengeulen feitelijk pas recent gerealiseerd zijn en een vrij monotoon oeverprofiel vertonen met weinig verbredingen of geleidelijke oevers. Van de spoedige realisering van de grote, permanent meestromende, geul in Gameren is wat dat betreft meer te verwachten.

Voor nevengeulen geldt dat de vegetatiesuccessie telkens wordt teruggezet. Hierdoor zullen er duurzaam mogelijkheden zijn voor pioniersoorten. Voor vele andere natuurontwikkelingsmaatregelen (b.v. ontkeiing) geldt dat er slechts tijdelijk een pioniermilieu ontstaat.

Tegelijkertijd met de Gamerensche Waard zijn ook de Stiftse Waard en de Afferdensche & Deestsche Waarden geïnventariseerd. Daar in deze twee waarden de nevengeulen nog niet daadwerkelijk meestromen betreft het hier feitelijk een inventarisatie van de situatie voor aanleg van meestromende nevengeulen. Door deze 'nul-meting' is straks goed in beeld te brengen hoe de flora verandert als gevolg van het mee laten stromen van oorspronkelijk geïsoleerde wateren.

Enkele resultaten van deze 'nul-meting':

- Het ecosysteemtype Slikkige oever is zowel in de Stiftse Waard als in de Afferdensche & Deestsche Waarden momenteel zeer goed ontwikkeld
- In de Afferdensche & Deestsche Waarden is ook het ecosysteemtype Zand- en grindstrand momenteel zeer goed ontwikkeld
- In de ruigtes van de Afferdensche & Deestsche Waarden is een grote populatie van **Engelse alant** aangetroffen (meer dan 10.000 ex.)

Voor de overige resultaten betreffende de floristische inventarisatie van deze twee uiterwaarden wordt verwezen naar Odé & Beringen (1998).

## 5.2 Vegetatiestructuur

In bijlage 2 is de vegetatiestructuurkaart van Gameren voor 1998 weergegeven. De onderscheiden eenheden zijn te herleiden naar ecotopen, waardoor de kaart van 1998 goed te vergelijken is met die van 1997 (de integrale ecotopenkartering Rijn/Waal). Na de herhaling van de kartering in 2000 zal geanalyseerd worden hoe de (hydraulische) ruwheid van de Gamerensche Waard veranderd is sinds de aanleg van de geulen. Dan kan bekeken worden of de toename van de afvoercapaciteit van de Waal ter plekke van de Gamerensche Waard als

gevolg van de aanleg van nevengeulen al dan niet verminderd is door de vegetatieontwikkeling in de rest van de uiterwaard.

Ook is de vegetatiestructuurkaart goed te gebruiken als hulpmiddel bij biologische inventarisaties van de terrestrische natuur (planten, zoogdieren, broedvogels, insecten). Behalve voor de flora vinden binnen het kader van dit monitoringsprogramma nevengeulen echter geen inventarisaties van die terrestrische natuur plaats.

### 5.3 Macrofauna

De gemonitorde biotopen met betrekking tot de macrofauna onderscheiden zich van elkaar door hun kenmerkende levensgemeenschappen (figuur 10 en tabel 5). Er is een duidelijk onderscheid te maken in de gemeenschappen die stenen in de oevers, de waterbodem in de afgesloten strang, of de waterbodem in één van beide nevengeulen bevolken (AquaSense, 1998c).

#### **Biotoop ‘Hard substraat met stroming’**

Hard substraat zoals stenen worden, als ze al enige maanden onder water liggen, door ongewervelde dieren gebruikt als aanhechtingsplaats, graasplaats en/of schuilplaats.

Dieren, vastgehecht aan dit substraat, filteren de algen uit het langskomende zwevende stof en benutten dit als voedsel. Deze dieren (=filteraars) zijn dan vaak in hoge dichtheden (> 1000 ind./m<sup>2</sup>) aanwezig, zoals de Kaspische slijkgarnaal *Corophium curvispinum*. De Kaspische slijkgarnaal heeft tevens het vermogen om slib in te vangen en met behulp van speeksel kokertjes te metselen, waardoor woonhuisjes gecreëerd worden. Filteraars, die in dit biotoop subdominant (10 - 500 ind./m<sup>2</sup>) aanwezig zijn, zijn de vedermuglarven *Cricotopus* sp. (*C. bicinctus* en *C. triannulatus* agg.) en *Rheotanytarsus* sp..

Figuur 10. De onderscheiden macrofaunabiotopen in de Gamerensche Waard in 1998.

Dieren, schuifelend over dit substraat, grazen de algen af die vastzitten op de stenen of verzamelen de ingevangen detritus en benutten dit als voedsel. Grazers of verzamelaars die op dit harde substraat dominant (> 500 ind./m<sup>2</sup>) aanwezig bleken te zijn, zijn de vlokreeft (afkomstig uit de Donau; *Dikerogammarus villosus*), de tijgervlokreeft *Gammarus tigrinus* en de vedermuglarve *Orthocladus* sp..

Verheugd stellen we vast dat stroomminnende soorten zoals de vedermuglarven *Tvetenia* sp., *Potthastia gaedii* en *Paracladopelma laminata* agg. en de waterpissebed *Jaera istri* op de stenen aanwezig zijn direct na aanleg van de nevengeulen. Dit is een indicatie dat het gewenste biotoop ‘ondiep stromend water’ al direct na de aanleg van de geulen gerealiseerd is.

Bijzonder is te vermelden dat de kleibank gelegen aan de zuidoever in de Westgeul fungeert als hard substraat (tabel 5). Deze locatie (W3Zklei) lag onder water in een ‘buitenbocht’. Er komen maar 2 soorten voor op deze kleibank namelijk *Dikerogammarus villosus* en de muggenlarve *Cricotopus bicinctus*. De kleibank is door oevererosie aan de oppervlakte komen te liggen.

#### **Biotoop ‘Afgesloten strang zonder stroming’**

Het biotoop 'Afgesloten strang zonder stroming' bevat organismen die weinig stroming verdragen. Vooral het voorkomen van de knut behorend tot de familie van de Ceratopogonidae (circa 50 ind./m<sup>2</sup>) is hier een indicatie van. De macrofaunalevensgemeenschap kenmerkt zich door de dominantie (circa 500 ind./m<sup>2</sup>) van de vijverpluimdrager *Valvata piscinalis*, juveniele borstelwormen (Tubificidae zonder haren) en de vedermuglarven *Procladius* sp. en *Cryptochironomus* sp.. De vijverpluimdrager voedt zich met algen op hard substraat, zoals bentische algen die op de kleibanken groeien. Subdominant (circa 50 ind./m<sup>2</sup>) aanwezig zijn de knutten Ceratopogonidae, de tijgervlokreeft *Gammarus tigrinus*, de moerashoornschaal *Musculium lacustre*, de kokerjuffer *Mystacides longicornis* en de waterpissebed *Asellus aquaticus*. Afhankelijk van het type sediment en de diepte (S1: ondiep slib/klei en S2: diep zandig slib) zijn er verschillende soorten op de twee locaties aanwezig. De macrofaunagemeenschappen op de locaties S1 en S2 tonen grote overeenkomst met levensgemeenschappen die in de Biesbosch (waar ook stroom- en windluwte heerst) voorkomen. De zandige slib- of slib/klei-sedimenten zijn matig verontreinigd (klasse 2).

### Biotoop 'Zandbodem met stroming'

De macrofaunasoorten die gevonden zijn in dit type biotoop zijn vooral zand- en stroomminnende soorten. Soorten met een dominante aanwezigheid (10 - 500 ind./m<sup>2</sup>) zijn de muggenlarven *Kloosia pusilla* en *Chironomus acutiventris*, de Aziatische korfmossel *Corbicula fluminea* en de vlokreeft *Gammarus tigrinus*. Deze levensgemeenschap is ook waargenomen in de stroomgeul van de Nieuwe Merwede (grof zand en gemiddelde stroming van 50 cm/s). De aanwezigheid van de vlokreeft *Dikerogammarus villosus* en de Kaspische slijkgarnaal *Corophium curvispinum* op de locaties W3N, W3Zzand en W4N indiceert de aanwezigheid/nabijheid van hard substraat zoals kleibanken. Het substraat van de locaties van dit biotoop bestaat voornamelijk uit grof zand. De 4 locaties verschillen in aanwezigheid van diverse soorten. Vermoedelijk komt dit doordat deze locaties verschillen in ligging ('binnenbocht/buitenbocht' en diepte) en exact type substraat.

Opvallend is dat bij de locatie 'kleibank' aan de noordoever van de Westgeul (W4N) er alleen organismen op de kleibank zitten en niet in de kleibank. Deze organismen zullen eerder last hebben van de droogval en de onregelmatige overspoeling ten gevolge van de scheepvaartgolven dan organismen die in het substraat zitten.

Tabel 5. Indeling van de locaties in biotopen met de bijbehorende macrofaunalevensgemeenschappen. Resultaten uit: AquaSense (1998c).

Biotoop	Locatie	Type substraat	Kenmerkende macrofaunalevensgemeenschap
Hard substraat met stroming	W1	steen	<i>Dikerogammarus villosus</i> <i>Corophium curvispinum</i> <i>Cricotopus</i> spp.
	W3Zklei	klei op zand	<i>Rheotanytarsus</i> sp. <i>Gammarus tigrinus</i> <i>Orthocladius</i> sp.
	W3Zsteen	steen	<i>Tvetenia</i> sp. <i>Potthastia gaedii</i> <i>Paracladopelma laminata</i> agg. <i>Jaera istri</i>
Afgesloten strang zonder stroming	S1	slib/klei	Ceratopogonidae <i>Cryptochironomus</i> sp. <i>Procladius</i> sp. <i>Musculium lacustre</i>
	S2	zandig slib	<i>Valvata piscinalis</i>



			Tubificidae zonder haren <i>Mystacides longicornis</i> <i>Asellus aquaticus</i>
Zandbodem met stroming	W3N W3Zzand W4N W7M	klei op zand niet gemeten klei op zand zand	<i>Chironomus acutiventris</i> <i>Kloosia pusilla</i> <i>Corbicula fluminea</i> <i>Gammarus tigrinus</i> <i>Hypania invalida</i>
Droogvallende poeltjes	O32M  O5Z	slib  slib	<i>Chironomus acutiventris</i> <i>Chironomus plumosus</i> agg. <i>Polypedilum nubeculosum</i> <i>Cladotanytarsus</i> sp. <i>Limnodrilus</i> spp. Tubificidae zonder haren

### Biotoop ‘Droogvallende poeltjes’

In het biotoop ‘Droogvallende poeltjes’ zijn de muggenlarven *Chironomus acutiventris* en *Chironomus plumosus* agg. zeer talrijk aangetroffen (> 1000 ind./m<sup>2</sup>). In dichtheden van 10-500 ind./m<sup>2</sup> zijn de muggenlarven *Polypedilum nubeculosum* en *Cladotanytarsus* sp., de borstelwormen (*Limnodrilus* spp. en juveniele tubificiden) en de tijgervlokreeft *Gammarus tigrinus* aangetroffen. De borstelwormen eten vooral de bacteriën die op en aan het detritus zitten. Gezien de hoge dichtheden van de muggenlarven ziet het er naar uit dat met het indrogen van de poeltjes de organismen met de waterlijn meeschuiven. De temperatuur van het water wordt hoger waardoor de metamorfose van larve naar pop en volwassen stadium geïnitieerd wordt. Organismen die niet uit kunnen vliegen, zoals de borstelwormen, schelpen en slakken, zullen voor hun voortbestaan waarschijnlijk stress ondervinden van de droogval.

### Vergelijking met locaties elders in het rivierengebied

Doordat een standaard methodiek is gebruikt die ook voor de Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL) wordt gehanteerd, zijn de resultaten voor de nevengeulen in principe goed te vergelijken met de resultaten van wateren elders in het Nederlandse rivierengebied. Door tijdgebrek heeft deze analyse echter nog niet plaatsgevonden. Ook kunnen de resultaten van de nevengeulen dan vergeleken worden met die van ondiepe gedeelten in de kribvakken van het zomerbed. Pas dan kan goed beoordeeld worden of de geulen daadwerkelijk iets toevoegen aan de natuurwaarde van de Waal.

## 5.4 Vissen

Tijdens de twee proefbemonsteringen van vissen in de Westgeul in de Gamerensche Waard zijn in totaal 18 verschillende vissoorten aangetroffen (tabel 6). Voor een toelichting op de methodiek, e.d. zie Grift *et al.* (1998) en (Grift & van Densen, 1998).

De Westgeul in Gameren lijkt duidelijk een opgroei gebied voor de rheofiele vissoorten te zijn, gezien de vele jonge exemplaren van met name Riviergrondel, Winde, Roofblei en Sneep die aangetroffen zijn. Het aandeel rheofiele vissen is beduidend hoger dan dat doorgaans in het zomerbed aangetroffen wordt (Buijse & Cazemier, 1998). Of deze nevengeul ook een geschikt paaigebied voor deze soorten vormt, is met deze gegevens nog niet aan te tonen. Hier zal de komende jaren verder naar gekeken worden.

Tabel 6. Resultaten visbemonsteringen Westgeul Gamerensche Waard 1998. Weergegeven zijn de totale aantallen (inclusief kleine exemplaren). Data: Rob Grift (RIZA/LUW).

Naam	Gilde	augustus 1998	september 1998	Totaal
Alver	Eurytoop	166	21	187

Baars	Eurytoop	19	20	39
Barbeel	Rheofiel A	1		1
Bot	Rheofiel	3		3
Brasem	Eurytoop	105	6	111
Blankvoorn	Eurytoop	282	12	294
Karper	Eurytoop		3	3
Kolblei	Eurytoop	44	16	60
Kopvoorn	Rheofiel A	1	1	2
Paling	Eurytoop		5	5
Pos	Eurytoop	76	1	77
Roofblei	Rheofiel B	19	8	27
Riviergrondel	Rheofiel B	71	62	133
Ruisvoorn	Limnofiel	1	2	3
Snoekbaars	Eurytoop	91	3	94
Serpeling	Rheofiel A	1	1	2
Sneep	Rheofiel A	8	2	10
Winde	Rheofiel B	60	8	68
Totaal		947	172	1119
% Rheofiele soorten		17 %	47%	22%

Rheofiel: Stroominnende vissen die tijdens hun gehele (A) of een deel (B) van hun levenscyclus stromend water vereisen

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

Limnofiel: Vissoorten die overwegend voorkomen in stilstaand water en vaak gebonden zijn aan de aanwezigheid van waterplanten

In dezelfde maanden zijn ook in de nevengeulen van Beneden-Leeuwen en Opijnen met dezelfde methodiek visbemonsteringen uitgevoerd. In augustus 1998 lag het percentage rheofiele vissen in beide geulen beduidend hoger dan in de Gamerensche Waard (respectievelijk 30 en 27%). In september 1998 daarentegen lag dit percentage voor deze geulen juist fors lager dan in de Gamerensche Waard (respectievelijk 2 en 7%). Het bleken in Beneden-Leeuwen en Opijnen met name de (exoot) Roofblei en de Winde te zijn die dat grote percentage rheofiele vissen veroorzaakte.

## **6 Reflectie methodiek**

### **6.1 Bodemhoogte zomerbed**

Het effect van de nevengeulen op de aanzanding in het zomerbed kan mogelijk zichtbaar worden gemaakt door verdergaande analyse van de gegevens, waarbij de verschillen veroorzaakt door de duinen worden weggefilterd, zodat de gemiddelde bodemligging over blijft. Daarbij is het de vraag of deze analyse mogelijk is met de tot nu toe in raaien verzamelde gegevens. In de toekomst kan een reeks multibeampeilingen, geanalyseerd met behulp van filters, wel de onderzoeksvraag beantwoorden. Als met multibeampeilingen wordt begonnen voordat de grote geul wordt aangetakt, dan kan het effect van deze geul met de nieuwe methode worden geanalyseerd. Wanneer blijkt dat aanzanding optreedt, dan zal de bodemligging worden getoetst aan de vereiste vaargeulafmetingen ten opzichte van de Overeengekomen Lage Rivierstand (OLR).

### **6.2 Debiet**

Tot nu toe leverden de debietmetingen veel praktische problemen op doordat de stroomsnelheid van het water zeer variabel in plaats en tijd is. Met name de sterke fluctuaties als gevolg van passerende scheepvaart maakt het noodzakelijk om enige tijd achter elkaar te meten. De meeste aanloopproblemen lijken nu achter de rug, waardoor verwacht mag worden dat de debietmetingen in 1999 meer resultaten opleveren. Ook zal door de meer nauwkeurige metingen ten aanzien van de hoogteligging van de bodem van de nevengeulen (zie §6.3) de drempelhoogtes beter bekend worden. Hierdoor kunnen ook de theoretische debieten beter ingeschat worden.

### **6.3 Bodemhoogte en morfologie**

De metingen in dwarsraaien zijn onvoldoende om een compleet beeld van de erosie en de sedimentatie in de geulen te krijgen. Lengteraaien zijn geen goede oplossing, omdat ook dan de informatie beperkt blijft. Beter is het om bij laag water, wanneer de gehele Oostgeul en de zandbanken in de Westgeul droogvallen, de grenzen van de morfologische eenheden gedetailleerd in kaart te brengen door middel van waterpassingen. Ook de grote steilranden dienen precies te worden ingemeten. Nog beter is het om bij een echt hoge afvoer met multibeam te meten zodat een volledig dekkend beeld van de geulen wordt verkregen.

### **6.4 Sedimentkwaliteit**

Uit een evaluatie van de gevolgde werkwijze wordt vast gesteld dat het ontbreken van gegevens met betrekking tot de bodemsamenstelling in de nul-situatie een eenduidige interpretatie vaak in de weg staat. Doordat delen van de geul in kleiige pakketten, in plaats van (zoals verwacht) in zandige pakketten zijn uitgegraven, is het soms bijna onmogelijk de afzetting van (vers) slibbig sediment te volgen. Het is daarom van groot belang dat de profielbeschrijvingen reeds in het veld worden uitgevoerd; indien profielbeschrijving pas na langdurige opslag plaatsvindt is het onderscheid tussen 'oude' klei en 'vers' slib nauwelijks te maken. De chemische bemonstering heeft belangrijke informatie opgeleverd voor de analyse van de opgetreden morfologische processen. Behalve de verlaging van de frequentie van de bodembemonstering in de twee periodieke nevengeulen in Gamareren van 2 naar 1 keer per jaar worden in 1999 geen veranderingen in het bemonsteringsschema doorgevoerd.

## **6.5 Ecotoxicologie**

Doordat er in 1998 vanuit een ander project aanvullende bemonsteringen hebben kunnen plaatsvinden hebben we voor 1998 een relatief goed beeld kunnen krijgen. Voor de komende jaren zal dit iets minder zijn gezien het lagere aantal monsters die genomen/geanalyseerd zullen worden. Er zal vooral gekeken worden naar de ecotoxicologische effecten en de biologische beschikbaarheid. Met betrekking tot de werkelijk optredende ecologische effecten is er indertijd voor gekozen deze uitgebreidere analyse in de Afferdensche & Deestsche Waarden te concentreren omdat in dat gebied in het verleden daar al uitgebreider naar gekeken is. Hierdoor kan gemakkelijker het vereiste inzicht verkregen worden. Daar de nevengeul in de Afferdensche & Deestsche Waarden nog niet gerealiseerd is, kan deze analyse nog niet in 1999 plaatsvinden. Mocht realisering van deze geul nog langer op zich laten wachten dan dient overwogen te worden deze uitgebreidere analyse toch ergens anders plaats te laten vinden.

## **6.6 Flora**

De gehanteerde methode is uitvoerbaar en bruikbaar gebleken. Met deze methode kunnen kwantitatieve uitspraken gedaan worden over de floristische waarde van nevengeulen. Vanaf volgend jaar kunnen de resultaten van deze nevengeuleninventarisatie ook kwantitatief vergeleken worden met andere uiterwaarden van de Waal. Hierdoor kan helder aangetoond worden of en wat de floristische meerwaarde is van de aanleg van nevengeulen in het Nederlandse rivierengebied. De geplande herhaling van de inventarisatie in 2000 is van belang om te beoordelen of de nevengeulen inderdaad duurzaam mogelijkheden bieden voor de pioniersoorten of dat het toch een tijdelijk effect blijkt te zijn.

## **6.7 Vegetatiestructuur**

Omdat er de beschikking was over recente gedetailleerde luchtfoto's kon de vegetatiestructuurkartering van de Gamerensche Waard gemakkelijk en goedkoop uitgevoerd worden. Voor vervolgekarteringen kan dit een probleem zijn, daar het waarschijnlijk te kostbaar is om speciaal voor dit project luchtfoto's te laten maken. Een alternatieve methode is om met behulp van een dGPS de grenzen in het veld in te tekenen. Dit is voor een dergelijk klein en overzichtelijk gebied ook goed mogelijk, maar kost iets meer tijd. Een herhaling van de kartering in de Gamerensche Waard staat gepland voor 2000.

## **6.8 Macrofauna**

In paragraaf 5.3 is al opgemerkt dat in 1999 de macrofaunaresultaten van de nevengeulen vergeleken zullen worden met die van andere locaties in het Nederlandse rivierengebied. Pas dan kan goed beoordeeld worden wat de meerwaarde van nevengeulen is voor deze organismen. Verder is het mooi dat de nu nog geïsoleerde strang in 1998 al bemonsterd is. Hierdoor is er een goede nul-meting, waardoor straks een vergelijking gemaakt kan worden van de situatie voor aantakking met die van na aantakking.

## **6.9 Vissen**

Door de bemonsteringen van de vissen in 1998 kon al een eerste indruk verkregen worden van de vissamenstelling van één van de geulen in de Gamerensche Waard. In het komende jaar zal meerdere keren in het jaar de vis bemonsterd worden. Ook zal door voorjaars-

bemonsteringen beter beoordeeld kunnen worden of de nevengeulen ook als paaigebied dienen.

## 7 **Discussie**

Daar de metingen in de twee nevengeulen in Gameren pas één à twee jaar beslaan dienen de resultaten als voorlopig te worden beschouwd. In een sterk fluctuerend systeem als het riviereengebied 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 ook meer nevengeulen zullen zijn.

1. *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. Met betrekking tot de (dwars)stroming kan al voorzichtig gezegd worden dat ze er daadwerkelijk niet zijn, maar met betrekking tot de aanzanding in het zomerbed zou er wel een effect van de twee nevengeulen kunnen zijn. Dit eventuele effect is echter nog niet te onderscheiden van de 'natuurlijke' fluctuaties in de hoogte van het zomerbed.

2. *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.

3. *Vaststellen of en in welke mate ongewenste neveneffecten voor het **beheer** optreden (afzetting van verontreinigd sediment)*

Het afgezette materiaal op de bodem van de twee periodieke nevengeulen bestaat voor het overgrote deel uit nauwelijks verontreinigd zand. De aangetroffen gesedimenteerde kleien sliedlagen zijn over het algemeen (zeer) dun. Deze lagen bestaan overigens veelal uit klasse IV sediment (afkomstig van de geërodeerde oevers van de geulen). Er heeft in de twee periodieke nevengeulen in de Gamerensche Waard dus nog geen aanzienlijke afzetting van (sterk) verontreinigd sediment plaatsgevonden.

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

Omdat de Gamerensche Waard nog in een herinrichtingsproces zit zijn hiervoor nog geen berekeningen uitgevoerd. Ook zit er slechts één jaar tussen de eerste (1997) en de tweede (1998) opname, waardoor analyse nog weinig zinvol is.

5. *Vaststellen welke beheersinspanning nodig is om het **permanent stromende karakter** van een nevengeul te behouden*

Tot nu toe is er nog geen beheersinspanning (baggeren) nodig geweest om de twee periodieke nevengeulen mee te laten blijven stromen. Tot nu toe stromen ze een groter deel van het jaar mee dan gepland. Wel heeft sedimentatie in de Oostgeul geleid tot een geringe verhoging van de instroomdrempel.

6. *Vaststellen van de effectiviteit van een **sedimentvang** in een nevengeul*

Hier is nog niets van te zeggen daar de nu meestromende nevengeulen in de Gamerensche

Waard geen sedimentvang bevatten.

7. *Vaststellen of en in welke mate de **doelsoorten** van het ecotoop **nevengeul** zich vestigen.*  
In de twee periodieke nevengeulen in Gameraen is een grote verscheidenheid aan stroomminnende macrofaunasoorten aangetroffen. Ook de visbemonsteringen in de nevengeul hebben grotere aantallen stroomminnende vissen aangetoond dan in het zomerbed. De vraag of dit stabiele vestigingen zijn of toevallige tijdelijke kolonisaties, is op dit moment nog niet goed te beantwoorden. Met betrekking tot de flora is een geringe meerwaarde van de nevengeulen vastgesteld. Vooral pioniersoorten van slikkige en zandige oevers hebben kunnen profiteren van de aanleg van de nevengeulen.
8. ***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.
9. ***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. De resultaten van de ecotoxicologische bioassays en accumulatie testen geven aan dat lange termijn, chronische effecten niet uit te sluiten zijn. Dit kan ertoe leiden dat gevoelige soorten zich niet permanent kunnen vestigen of dat zich suboptimale populaties ontwikkelen.

## **Literatuurlijst**

- 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 (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.
- Buijse, T. & W. Cazemier (1998). Vissen. In: C. Bakker, R. Noordhuis & K.H. Prins. Biologische monitoring zoete rijkswateren: watersysteemrapportage Rijn 1995. RIZA nota 97.066. p. 43-48. 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.
- Grift, R.E. & W.L.T. van Densen (1998). Kansen voor stroomminnende vissen: voortgangsrapportage 3, april - oktober 1998. Landbouwwuniversiteit Wageningen.
- 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.
- 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.
- Odé, B., R. Beringen & C.L.G. Groen (1997). Floristisch meetnet oevers zoete rijkswateren 1996; methodische verantwoording en uitwerking IJsselmeer en Markermeer. RIZA Nota nr.: 97.017 / FLORON-rapport 2. Lelystad / Leiden.
- Odé, B. & R. Beringen (1998). Floristische inventarisatie Nevengeulen 1998. RIZA Werkdocument 98.160X / FLORON-rapport 11. Stichting FLORON, Leiden / RIZA, Lelystad.
- Simons, J. & C. Bakker (*in prep.*). Evaluatierapport monitoring nevengeulen Opijnen en Beneden-Leeuwen. RIZA rapport. RIZA, Lelystad.
- 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.
- Tamis, W.L.M. & C.L.G. Groen (1996). Een Floristisch Meetnet voor de oevers van de zoete rijkswateren. RIZA Nota nr.: 96.010 / FLORON-rapport 1. Lelystad / Leiden.



***Bijlage 1. Locaties van de metingen/bemonsteringen in de Gamerensche Waard 1997/1998.***

***Bijlage 2. Vegetatiestructuurkaart Gamerensche Waard augustus 1998.***

***Bijlage 3. Verschilkaart hoogte bodemligging zomerbed Waal nabij Gameren; mei 1996 - februari 1998.***

***Bijlage 4. Voorbeeld van een bodemhoogteprofiel van een nevengeul***

Nevengeul: Oostgeul van de Gamerensche Waard  
Transect: Raai O3; x-as loopt van zuidoever naar noordoever  
Meetdata: december 1996  
            maart 1997  
            november 1997  
            juli 1998

***Bijlage 5. Lijst van rapportages verschenen binnen het project monitoring nevengeulen.***

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.

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.