

# Monitoring Proefproject 2 Zandmaas

*Achtergronddocument*

Ministerie van Verkeer en Waterstaat



Rijkswaterstaat

# Monitoring Maas

---

# Monitoring proefproject 2 Zandmaas ACHTERGRONDDOCUMENT

T1-monitoring rivierkunde en milieu

Definitief

7 februari 2003

## Colofon

Uitgegeven door:	Directie Limburg, ANW
Informatie:	Projectleider Uitvoering Monitoring PP2 Drs. M.J.J.M. van der Vorst
Telefoon:	043-3294305
Fax:	043-3294669
Uitgevoerd door:	ir. S. Folkertsma ing. K.K. Hertogh R.W.M. Hoenjet
Opmaak:	Definitief02
Datum:	7 februari 2003

---

# Inhoudsopgave

0	Voorwoord	4
1	Inleiding	6
1.1	Algemeen	6
1.2	Leeswijzer	6
2	Uitvoering monitoring proefproject 2	8
2.1	Monitoring proefproject 2	8
2.2	Overzicht separate rapporten	9
3	Rivierkundige monitoring	11
3.1	Metingen t.b.v. de rivierkundige monitoring	11
3.2	Hydraulica	11
3.3	Morfologie	14
3.4	Geohydrologie	17
4	Milieu monitoring	18
4.1	Opzet van het onderzoek	18
4.2	Uitgevoerde werkzaamheden	19
4.2.1	Veldwerkzaamheden	19
4.3	Chemisch analytisch onderzoek en bioassay's	20
4.3.1	Samenstellen mengmonsters	20
4.3.2	Chemische analyses bodemchemie	20
4.3.3	Bioassay's	21
4.4	Resultaten werkzaamheden	21
4.4.1	Bodemsamenstelling	21
4.4.2	Redoxpotentiaal	24
4.4.3	Dichtheid en doorlatendheid	24
4.4.4	Bodemchemisch onderzoek	25
4.4.5	Resultaten eco(toxico)logie	33
5	Aanbevelingen	37
5.1	Algemeen	37
5.2	Metingen rivierkunde	37
5.2.1	Hydraulica:	37
5.2.2	Bodemligging:	37
5.2.3	Grondwater	37
5.3	Metingen milieukunde	38
5.3.1	Uitvoering werkzaamheden:	38
5.3.2	Chemische analyses	38

## Lijst van Bijlagen

1. Rivier waterstanden T0 periode
2. Rivier waterstanden T1 periode
3. Bodemligging rivierbed verschillen
4. Grond waterstanden T0 periode
5. Grond waterstanden T1 periode
6. Hydraulische en Geohydrologische verschillen
7. Toetsingsresultaten grond
8. Toetsingsresultaten grondwater
9. Toetsing volgens de vierde Nota Waterhuishouding
10. Resultaten indicatieve toetsing aan immissie-eisen van het bouwstoffenbesluit
11. Overzichtstekening meetpunten en ligging monitorings- en onderzoeksgebied
12. Cd-rom-digitale bestanden, incl. rapportage

---

## Lijst van figuren

1. Afvoer van de Maas in Venlo
- 2.1 Vergelijking Q/h relaties T0 en T1
- 2.2 Vergelijking Q/h relaties T0 en T1
3. Verschilkaart bodemligging
4. Totaaloverzicht korrelverdeling
5. Korrelverdeling afdeklaag geconcentreerde berging
6. Korrelverdeling geconcentreerde berging
7. Korrelverdeling in-situ terugplaatsing
8. Korrelverdeling zomerbedverbreding
9. Redoxmetingen waterbodem
10. Redoxmetingen geconcentreerde berging
11. Sterfte larve Verdermug
12. Ontwikkeling larve Verdermug
13. Gewicht larve Verdermug
14. Gewichtstoename regenwormen
15. Coconproductie regenwormen

## Lijst van tabellen

- 2.1 Activiteitenplanning uitvoering monitoring (rivierkundig en milieu)
- 2.2 Overzicht (meet)rapporten
- 3.1 Frequenties hoogwaters en afvoer ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- 3.2 Overzicht metingen bodemligging
- 3.3 Eerste interpretatie van de bodemverschillen
- 4.1 Monsterneming per locatie
- 4.2 Analysepakket en strategie bodemchemie
- 4.3 Bioassay's
- 4.4 Globale bodemopbouw
- 4.5 Dichtheid en doorlatendheid geconcentreerde berging
- 4.6 Resultaten grondonderzoek deklaag geconcentreerde berging, en geconcentreerde berging
- 4.7 Resultaten grondonderzoek in-situ terugplaatsing
- 4.8 Resultaten grondonderzoek zomerbedverbreding
- 4.9 Resultaten beschikbaarheid (behoudens geconcentreerde berging)
- 4.10 Resultaten beschikbaarheid geconcentreerde berging
- 4.11 Resultaten grondwateronderzoek

---

# 0 Voorwoord

Als onderdeel van het Zandmaas/Maasroute project is proefproject Baggerbestek II uitgevoerd. Het proefproject is uitgevoerd gedurende de periode mei 1999 tot en met oktober 2001.

Het proefproject Baggerbestek II, voortaan aangeduid als Proefproject 2 ofwel PP2, betreft een werk waarbij ervaring wordt opgedaan met de uitvoering van verschillende rivierkundige verbeteringen zoals zomerbedverbreding en de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Daarnaast wordt ervaring opgedaan met de verschillende wijzen waarop vrijkomende (verontreinigde) waterbodems binnen het gebied zelf kunnen worden toegepast en worden de effecten van de rivierkundige verbetering op de omgeving inzichtelijk.

Eind 2001 heeft de Projectorganisatie De Maaswerken aan de Directie Limburg, afdeling Integraal Waterbeleid, verzocht de evaluatie uit te voeren na het gereedkomen van de uitvoering. Hiertoe is een projectplan opgesteld waarin naast de bestaande rivierkundige continu metingen, een aantal nieuwe momentane metingen voor bodemligging en milieu waren opgenomen. Deze metingen zijn inmiddels uitgevoerd en gerapporteerd. Het betreft hier de volgende metingen:

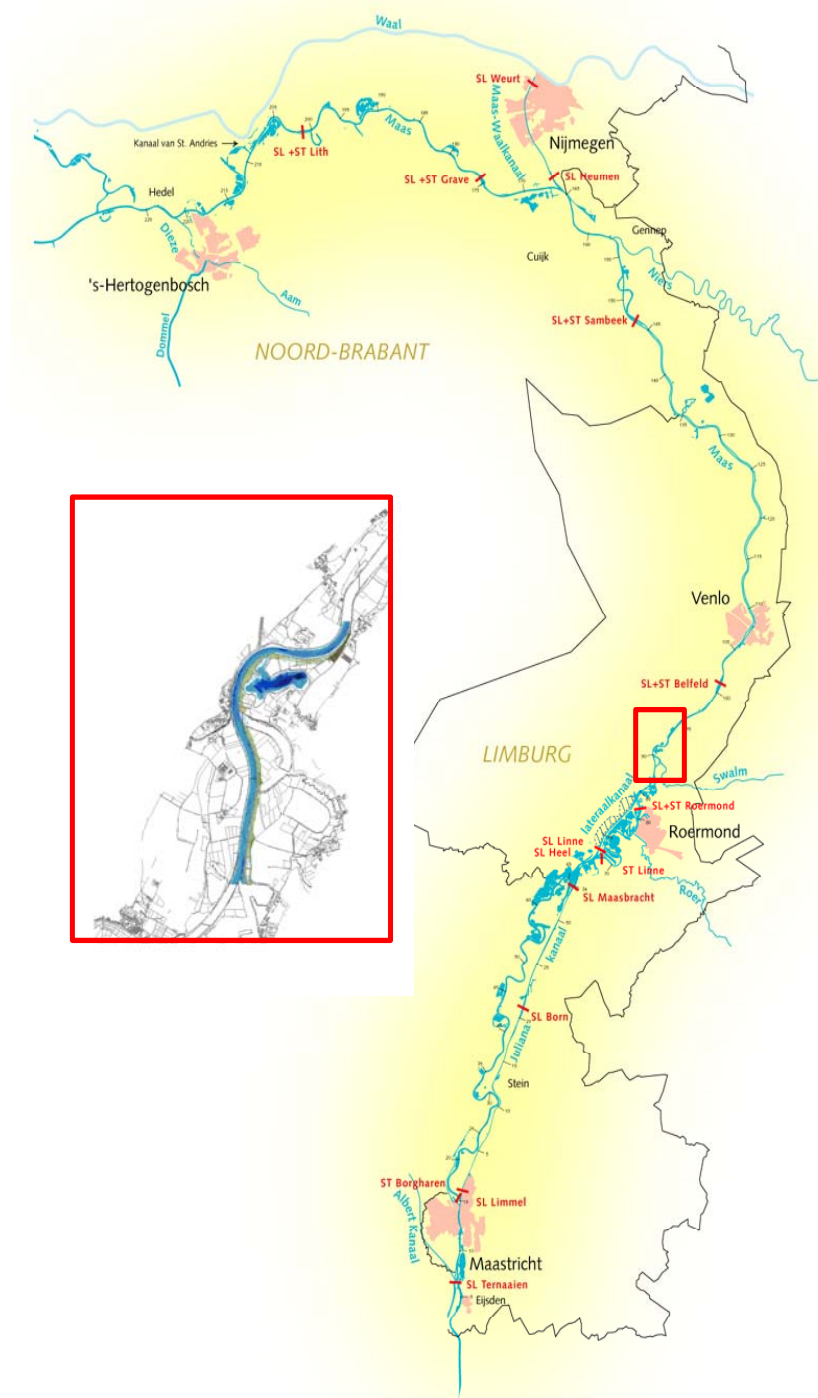
Omschrijving	van	tot	onderdeel	opmerking
- continue metingen	nov-01	jun-02	rivierkunde	waterstanden Maas grondwaterstanden
- halfjaarlijkse metingen:				
T1.1	nov-01	nov-01	rivierkunde	bodemligging
	dec-01	dec-01	milieu	grondwaterkwaliteit
T1.2	apr-02	apr-02	rivierkunde	bodemligging
	mei-02	mei-02	milieu	grondwaterkwaliteit
Quickscan	jul-02	jul-02	rivierkunde	quickscan bodemligging
- jaarlijkse metingen	apr-02	mei-02	milieu	alle monitoringsaspecten, exclusief grondwater en natuurwaarden

De werkzaamheden voor monitoring van het onderdeel milieu hebben betrekking op de rivierverbreding. Eventuele verwerkingsopties van bij uitvoering vrijgekomen grondstromen buiten de rivierverbreding vormen geen onderdeel van de uitgevoerde monitoring.

Het achtergronddocument bevat de hoofdpunten uit de meetrapportages, een eventuele verdiepingsslag voor de interpretatie van de metingen, zonder daaraan verder conclusies te verbinden, of de effecten te beoordelen en oorzaken en een fysische verklaring te geven.

Aan dit rapport hebben meegewerkt Siebolt Folkertsma, beleidsmedewerker rivierkunde van de afdeling Integraal Waterbeleid (voor de aspecten rivierkunde, hydraulica, bodemligging en geohydrologie), Raymond Hoenjet, meetleider Directie Limburg (voor de metingen van de bodemligging) en Kjeld Hertogh, milieudeskundige N.O.O.D. Milieu, ingehuurd ter ondersteuning van de onderafdeling Water- en bodemkwaliteit, afdeling Integraal Waterbeleid.

. Overzichtskaart Beheergebied Directie Limburg met de locatie van Proefproject 2





---

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

Op grond van het Deltaplan Grote Rivieren heeft Rijkswaterstaat Directie Limburg de opdracht rivieraanpassingswerken te realiseren voor de rivier de Maas.

In het kader van dit plan is de projectorganisatie De Maaswerken ingesteld: 'een samenwerking tussen het ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W), de provincie Limburg en het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV)'. De Maaswerken is belast met het voorbereiden van twee grote rivierkundige projecten in de Maas, te weten het Grensmaas project en het Zandmaas/Maasroute project.

Als onderdeel van het Zandmaas/Maasroute project is proefproject Baggerbestek II uitgevoerd. Het proefproject is uitgevoerd gedurende de periode mei 1999 tot en met oktober 2001.

Het proefproject Baggerbestek II, voortaan aangeduid als Proefproject 2 ofwel PP2, betreft een werk waarbij ervaring wordt opgedaan met de uitvoering van verschillende rivierkundige verbeteringen zoals zomerbedverbreding en de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Daarnaast wordt ervaring opgedaan met de verschillende wijzen waarop vrijkomende (verontreinigde) waterbodems binnen het gebied zelf kunnen worden toegepast en worden de effecten van de rivierkundige verbetering op de omgeving inzichtelijk.

Om de verkregen inzichten en ervaringen vast te leggen alsmede de effecten van de rivierkundige verbetering op de omgeving te kunnen monitoren zijn een drietal monitoringsprogramma's opgesteld. Het betreft hier de volgende drie programma's:

- rivierkundige monitoring (rapportnr.: MONZAB-R-98001, 7 januari 1999);
- monitoring uitvoering (rapportnr.: MONZAB-U-98001, 8 januari 1999);
- milieumonitoring (rapportnr.: MONZAB-M-98001, 8 januari 1999).

Gedurende de uitvoering van het proefproject heeft de monitoring van de uitvoering plaatsgevonden. De monitoring van de uitvoering is separaat gerapporteerd door de Bouwdienst (DLB 2002/17141), en vormt geen onderdeel van onderhavige rapportage.

De monitoringsprogramma's voor zowel rivierkundig als milieu zijn op een vijftal momenten gepland. Voorafgaand aan de uitvoering is de referentiesituatie (nulsituatie, T0) vastgelegd. Direct na uitvoering van het proefproject wordt de tweede monitoring uitgevoerd (T1-monitoring). Navolgend op de T1-monitoring is een T2 en T4 monitoring voorzien.

## 1.2 Leeswijzer

Aanleiding voor het opstellen van onderliggend achtergronddocument vormt de omvang van de data die bij uitvoering van de T1-monitoring in navolging van de monitoringsprogramma's voor rivierkunde en milieu is vrijgekomen. Indien data in separate rapportages zijn vastgelegd, dan zal in dit achtergronddocument een referentie naar desbetreffend rapportages zijn opgenomen. Indien vanuit deze separate rapportages een nadere interpretatie van gegevens noodzakelijk is voor monitoring van de T1-situatie, dan zal deze interpretatie in onderliggend document plaatsvinden.

Doel van het achtergronddocument is het vastleggen van de (ruwe) data van de T1-monitoring en het uitvoeren van noodzakelijke interpretatie van gegevens, op basis waarvan de rivier- en milieukundige evaluatie van PP2 uitgevoerd kan worden.

---

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de fasering van de monitoring van PP2, waarbij de noodzakelijke registraties en de hiervoor voorziene tijdsintervallen zijn weergegeven. Daarnaast worden de separate rapportages die opgeleverd zijn ten behoeve van de T1-monitoring, dan wel noodzakelijk zijn voor de evaluatie van PP2 (rapportages in het kader van T0-monitoring) weergegeven.

In hoofdstuk 3 worden de rivierkundige aspecten beschouwd, waarbij vanuit de specifieke doelstellingen van de rivierkundige monitoring een analyse (monitoring) heeft plaatsgevonden. De gegevens vanuit de monitoring (getalsmatige inventarisatie en beschouwing) worden bewerkt tot een serie gegevens die vertaald kunnen worden naar de effecten op hydraulica, morfologie en geohydrologie in het op te stellen evaluatierapport.

Hoofdstuk 4 bevat de eerste interpretatie (monitoring) van de milieuhygiënische gegevens. Ook in dit hoofdstuk worden de specifieke doelstellingen globaal beschouwd. De resultaten van de monitoring op het gebied van bodemchemie (grond en grondwater) en eco(toxico)logie worden beschreven en voor zover noodzakelijk voor uitvoering van een evaluatie geïnterpreteerd.

Voor zowel de rivierkundige als milieumonitoring geldt dat de situatie als vastgesteld bij de T0-monitoring in relatie tot de gewenste effecten centraal staat. Deze beschouwing, zowel rivierkundig als milieukundig, is ondergebracht in het evaluatierapport.

In hoofdstuk 5 worden enkele conclusies t.a.v. de uitvoeringstechnische en organisatiekundige zaken van de T1-monitoring beschreven, alsmede worden aanbevelingen gedaan voor de navolgende monitoringsronden.



## 2 Uitvoering monitoring proefproject 2

### 2.1 Monitoring proefproject 2

Voorafgaand, gedurende en na uitvoering van proefproject 2 is monitoring voorzien. Voor uitvoering van de monitoring zijn een drietal monitoringsprogramma's opgesteld. Het betreft hier de volgende drie programma's:

- rivierkundige monitoring (rapportnr.: MONZAB-R-98001, 7 januari 1999);
- monitoring uitvoering (rapportnr.: MONZAB-U-98001, 8 januari 1999);
- milieumonitoring (rapportnr.: MONZAB-M-98001, 8 januari 1999).

De uitvoeringmonitoring heeft gedurende uitvoering plaatsgevonden en is afgerond. De resultaten van de uitvoeringmonitoring zijn verwoord in de rapportage Monitoring uitvoering Proefproject 2 Zandmaas, eindrapportage, rapportnr. MONZAB-U-98900/003, mei 2002)

In tabel 2.1 is de activiteitenplanning van de rivierkundige monitoring en milieumonitoring weergegeven.

**Tabel 2.1 Activiteitenplanning uitvoering monitoring (rivierkundig en milieu)**

Tijdstip monitoring	Omschrijving	Tijdsinterval van tot		Monitoringsaspect	onderdeel
T0	situatie voor uitvoering	jan-99 aug-97	jul-99 jan-98	rivierkunde milieu	alle monitoringsaspecten alle monitoringsaspecten
T1	situatie 1 jaar na uitvoering - continue metingen	nov-01	jun-02	rivierkunde	waterstanden Maas grondwaterstanden
	- halfjaarlijkse metingen:				
	T1.1	nov-01	nov-01	rivierkunde	bodemligging
		dec-01	dec-01	milieu	grondwaterkwaliteit
	T1.2	apr-02	apr-02	rivierkunde	bodemligging
		mei-02	mei-02	milieu	grondwaterkwaliteit
	Quickscan	jul-02	jul-02	rivierkunde	quickscan bodemligging
	- jaarlijkse metingen	apr-02	mei-02	milieu	alle monitoringsaspecten, exclusief grondwater en natuurwaarden
T2	situatie 2 jaar na uitvoering	2002	2003		
	- continue metingen	nov-02	jun-03	rivierkunde	waterstanden Maas grondwaterstanden
	- halfjaarlijkse metingen:				
	T2.1	nov-02	nov-02	rivierkunde	bodemligging
		dec-02	dec-02	milieu	grondwaterkwaliteit
	T2.2	apr-03	apr-03	rivierkunde	bodemligging
		mei-03	mei-03	milieu	grondwaterkwaliteit
	- jaarlijkse metingen	apr-03	mei-03	milieu	alle monitoringsaspecten, exclusief grondwater en natuurwaarden
T4	situatie 4 jaar na uitvoering	2005	2006	rivierkunde/milieu	conform T2

Opmerkingen bij tabel 2.1

- T<sub>0</sub> = de situatie voor de uitvoering;
- T<sub>1</sub> = de situatie na uitvoering, representatieve periode 1 november 2001 t/m 30 juni 2002;
- T<sub>1-1</sub> = de momentopname van de situatie aan het begin van de T<sub>1</sub> periode, zijnde een meting van de bodemligging voor de hoogwaterperiode uitgevoerd in de tweede helft van november 2001, vastgelegd in de meetrapportage T<sub>1-1</sub>;
- T<sub>1-2</sub> = de momentopname van de situatie aan het eind van de T<sub>1</sub> periode, zijnde een meting van de bodemligging na de hoogwaterperiode uitgevoerd in de tweede helft van april 2002, vastgelegd in de meetrapportage T<sub>1-2</sub>;
- T<sub>2</sub> = de situatie 2 jaar na uitvoering;
- T<sub>4</sub> = de situatie 4 jaar na uitvoering;

---

## 2.2 Overzicht separate rapporten

In tabel 2.2 zijn de rapporten weergegeven die ten behoeve van de te onderscheiden fasen van monitoring zijn opgesteld. Het betreft hier rapporten in het kader van de T0 en T1 monitoring. Daarnaast is een referentie voor het Ontgravings- en grondstromenplan, dat ten grondslag ligt aan de uitvoering van PP2, opgenomen. Indien in navolgende tekstdelen wordt gerefereerd aan rapporten dan zal de referentie als opgenomen in tabel 2.2 worden gehanteerd.

Tabel 2.2 Overzicht (meet)rapporten

Rapporten	DLB-nr.	Referentienr.
<u>Monitoringsplannen</u>		
Tweede baggerbestek Zandmaas, Milieumonitoring. Monitoring Bodemchemie, grondwaterkwaliteit, eco(toxico)logie en natuurwaarden. MONZAB-M-98001. Bouwdienst Rijkswaterstaat, 8 januari 1999	DLB 1999\567	ref. 2
Tweede baggerbestek Zandmaas, Rivierkundige monitoring. Hydraulica, morfologie en geohydrologie. MONZAB-R-98001. Bouwdienst Rijkswaterstaat, 7 januari 1999	DLB 1999\567 DLB 1999\10417	ref. 3
Inrichting meetnet voor monitoring grondwater tijdens tweede baggerproef Zandmaas. TNO-NITG, rapport 99-144-B. Juli 1999	DLB 1999\19252	ref. 8
Rivierkundige monitoring Proefproject 2 Zandmaas 2002, deelprojectplan, Directie Limburg, 18 januari 2002	DLB 2002\2853	ref. 18
Milieumonitoring Proefproject 2 Zandmaas 2002, deelprojectplan, Directie Limburg, 18 januari 2002	DLB 2002\6930	ref. 22
<u>T<sub>0</sub> situatie</u>		
Ontgravings- en grondstromenplan, Projectcode RWS.T09.00, rapportnr. RS016.97, Bijlage D bij bestek 5203 (nr. TBZ 5203-A-98.008), 18 februari 1998	DLB 1999\26456	ref. 1
T0-bepaling Monitoring baggerbestek 2. Bodemchemie, ecotoxicologie en ecologie. Aquasense 1998. rapportnr 98.1112 (met separaat bijlagenrapport)	DLB 1998\6036	ref. 4
Monitoringprogramma Baggerbestek 2. Inventarisatie Macrofauna T0. Taken landschapsplanning BV, augustus 1998. rapportnr 1490.	DLB1998\20151	ref. 5
Monitoring Proefproject 2 Zandmaas. T0 Geo(hydro)logie. MONZAB-R-01012-P. Bouwdienst Rijkswaterstaat, november 2001.	DLB 2001\28752	ref. 6
Morfologische berekeningen Scope 2000, mei 2001	DLB 2002\12258	ref. 25
Exploitatie meetnet voor monitoring grondwater tijdens tweede baggerproef Zandmaas. Verslagperiode 1999. TNO-NITG, rapport 00-58-B. Februari 2000	DLB 2001\21387	ref. 9
<u>Uitvoering</u>		
Monitoring uitvoering Proefproject 2 Zandmaas, eindrapportage, rapportnr. MONZAB-U-98900/003, mei 2002	DLB 2002\17141	ref. 7
Exploitatie meetnet voor monitoring grondwater tijdens tweede baggerproef Zandmaas. Verslagperiode 2000. TNO-NITG, rapport 01-062-B. Maart 2001	DLB 2001\21387	ref. 10
Monitoring grondwaterstanden ten behoeven van tweede baggerproef Zandmaas. Verslagperiode 2001. TNO-NITG, rapport 02-079-B. April 2002	DLB 2002\10311	ref. 11
Troebelheidsmetingen Zandmaas nabij Swalmen en Beesel. Varend meten & centrifugeren. Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland, meetdienst. April 2001	DLB 2002\13199	ref. 12
Troebelheidsmetingen Zandmaas nabij Swalmen en Beesel. Varend meten & centrifugeren. Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland, Meetdienst. September 2000	niet bekend	ref. 13
Troebelheidsmetingen Zandmaas nabij Swalmen en Beesel. Varend meten & centrifugeren. Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland, Meetdienst. Mei 2001.	niet bekend	ref. 14
Troebelheidsmetingen Zandmaas nabij Swalmen en Beesel. Varend meten & centrifugeren. Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland, Meetdienst. November 2000.	niet bekend	ref. 15
<u>T<sub>1</sub> situatie</u>		
Meetrapportage Bodemligging Proef project 2 Zandmaas. T1.1: Meetperiode November-December 2001, direct na uitvoering). Rijkswaterstaat Directie Limburg, mei 2002	DLB 2002\12840	ref. 16
Meetrapportage Bodemligging Proef project 2 Zandmaas. T1.2: Rijkswaterstaat Directie Limburg, juli 2002	DLB 2002\19921	ref. 17
Definitieve rapportage Zandmaas, monitoring T1, baggerbestek 2, DLB2002\16852, TAUW, 18 juli 2002	DLB 2002\16852	ref. 19
Monitoring Proefproject 2 Zandmaas, Achtergronddocument, Rijkswaterstaat Directie Limburg (afdeling Integraal Waterbeleid)	DLB 2002\23574	ref. 20
Verspreidingsberekeningen Proefproject 2, WAU, in voorbereiding	DLB 2002\6930	ref. 21

---

## 3 Rivierkundige monitoring

### 3.1 Metingen t.b.v. de rivierkundige monitoring

In het deelprojectplan van de Bouwdienst Rijkswaterstaat t.a.v. de Rivierkundige Monitoring voor Proefproject 2 (ref. 18) staat voor de onderdelen hydraulica, morfologie en geohydrologie het volgende vermeld met betrekking tot meetbehoefte en uitwerking (hoofdstuk 3):

- a.     Hydraulica :
  - doel 1. Controle op de verwachte waterstandsaling;
  - doel 2. Opstellen Q-h relatie;
- b.     Morfologie :
  - doel 1. De functie van de deklaag;
  - doel 2. Meten van eventuele erosie of sedimentatie op de natuurvriendelijke oevers;
  - doel 3. Volgen van de dynamische reactie van de riviergeometrie;
- c.     Geohydrologie :
  - doel 1. Het meten van grondwaterstanden;
  - doel 2. Het vastleggen van het geohydrologisch profiel;
  - doel 3. Het koppelen aan de waterstanden in de Maas.

De bovenstaande meetbehoefte is vertaald in een aantal meetprogramma's die allen tezamen de informatie voor de monitoring moeten leveren. Zo zijn er voor de hydraulische informatie 2 extra meetstations ingericht en worden 2 bestaande meetstations gebruikt. Via het DONAR systeem voor ontsluiting van hydraulische meetgegevens zijn de meetreeksen dagelijks opvraagbaar. Er is geen afzonderlijke rapportage van gemaakt voor de opdrachtgever.

Voor de bodemligging bij de start van het project zijn er metingen aangeleverd door de Maaswerken (de T0 metingen : DLB 2002/14139 en DLB 2002/14720). Ook zijn er twee afzonderlijke nieuwe metingen verricht na gereedkomen van het werk (de T1.1 meting van eind 2001, en de T1.2 meting van april 2002), waarvan meetrapportages zijn opgeleverd door de Directie Limburg (ref. 16 en ref. 17). Deze meetrapportages zijn aan de opdrachtgever overgedragen.

Voor de geohydrologische monitoring heeft de Maaswerken het werk uitbesteedt aan TNO, die het meetnet van 17 meetpunten begin 1999 heeft ingericht, het vervolgens ook beheerd en middels jaarlijkse rapportages de meetresultaten aan de opdrachtgever overdraagt. Deze meetrapportages zijn zowel op schrift als digitaal, aan de opdrachtnemer van de evaluatie beschikbaar gesteld. Er zijn inmiddels 3 jaarverslagen met resultaten beschikbaar gekomen (ref. 9, ref. 10 en ref. 11).

### 3.2 Hydraulica

Als eerste onderdeel van de hydraulische aspecten binnen de rivierkundige monitoring is de verwachte waterstandsaling uit de meetresultaten zichtbaar gemaakt en vastgesteld. Hiertoe is gebruik gemaakt van de meetinformatie van het MSW-systeem, een systeem dat langs de gehele Maas in regelmatige intervallen met permanent ingerichte meetstations de waterstanden opmeet. Ter hoogte van PP2 zijn 2 tijdelijke meetstations geplaatst, waarvan de gegevens ook binnen hetzelfde routinematige meetnet kunnen worden ingelezen.

De tijdelijke en permanente meetstations langs de Maas worden onder andere gebruikt voor de monitoring van de hoogwatergolven binnen het beheergebied van de Directie Limburg. Binnen het project Monitoring Maas zijn de frequenties van de hoogwaters en de bijbehorende afvoeren benoemd, zie onderstaande tabel:

Tabel 3.1 Frequenties hoogwaters en afvoer (m³/s)

Randvoorwaardenboek			Interpretatie voor Monitoring Maas	
Naamgeving	Afvoer (m³/s)	Frequentie	Afvoer range	Meetfrequentie
Laagwater (alarmfase)			0 - 30	
Laagwater (crisisfase)	Q= 30		30 - 60	
Laagwater	Q= 60		60 - 100	
Normale afvoer			100 - 700	
Verhoogde afvoer	Q= 700	0,17	700 - 1000	6x per jaar
Hoogwater	Q= 1250	0,9	1000 - 1500	Jaarlijks
Redelijk hoogwater	Q= 1500	1,7	1500 - 2000	1x per 2 jaar
Matig extreem hoogwater	Q= 2000	6	2000 - 2500	1x per 5 jaar
Extreem hoogwater	Q= 2500	27,6	> 2500	1x per 25 jaar
Extreem hoogwater	Q= 2710	50	> 2500	1x per 25 jaar
Extreem hoogwater	Q= 3275	250	> 2500	1x per 25 jaar
Extreem hoogwater	Q= 3800	1250	> 2500	1x per 25 jaar

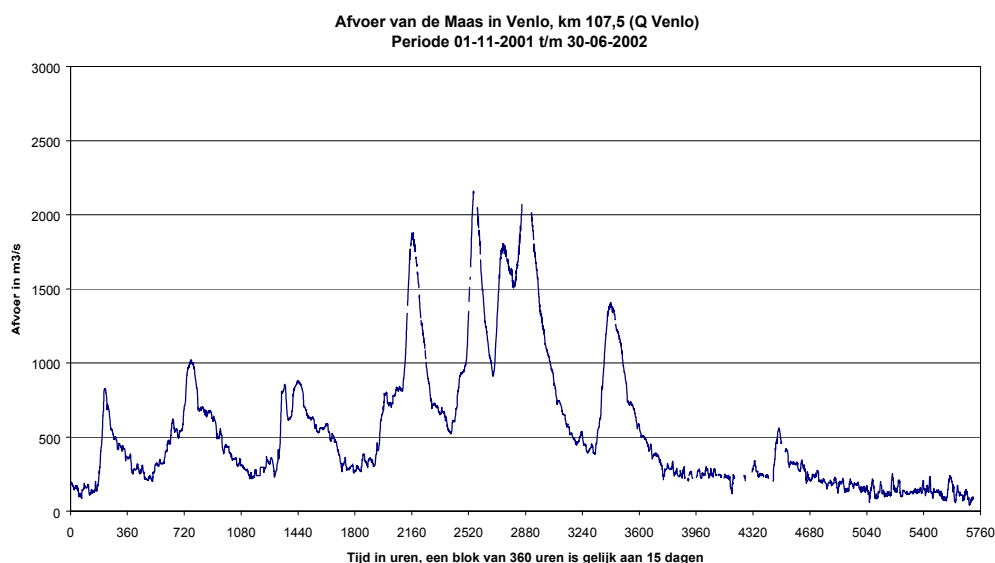
Bron: Randvoorwaardenboek 2001

In het deelprojectplan van Directie Limburg Rijkswaterstaat is vastgelegd dat de rapportage van de waterstanden zal gebeuren door het grafisch weergeven van waterstanden en het leggen van relationele verbanden met andere onderdelen. Concreet worden voor de twee tijdelijke peilmeetstations van proefproject 2 (Kessel en Buggenum) en voor de twee vaste MSW-meetstations te Neer en Belfeld-boven een grafiek gemaakt van de waterstanden binnen de betreffende periodes.

De resultaten van de T0 en T1 periodes zijn samengevat in resp. bijlagen 1 en 2 van dit rapport. Uit de vergelijking van de meetwaarden binnen de T0 en T1 periodes blijkt het volgende:

- het debiet bij Venlo kende in de T0 periode een maximum van 1619 m³/s met 3 periodes waarbij het debiet enige tijd de waarde 1000 m³/s overschreed, terwijl er in de T1 periode een maximum van 2160 m³/s optrad met 4 periodes waarbij het debiet enige tijd de waarde 1000 m³/s overschreed. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het in de T1 een matig extreem hoogwaterseizoen was. Hierbij was sprake van een piekwaarde voor het debiet bij Borgharen van 2488 m³/s (een herhalingsijd van eens per 27 jaar).
- de waterstanden binnen T1 langs het gehele traject van PP2 bij alle locaties een hogere absolute waarde bereikten dan tijdens de T0 periode, bijvoorbeeld : Neer in de T1 periode 18,93 m+NAP tegen ongeveer 17,50 m+NAP in de T0 periode.
- het meetstation voor de afvoer bij Venlo kende gedurende de T1 periode enige storende onderbrekingen in de registratie, die reeds door Directie Limburg bij de verantwoordelijke instantie, het RIKZ afdeling hydro-instrumentatie, is gemeld.

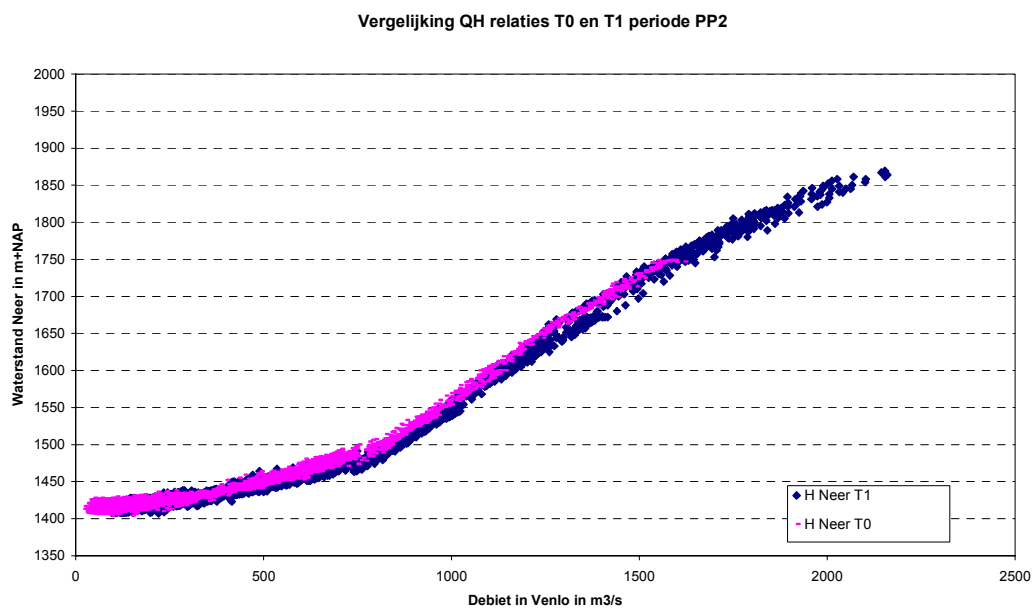
Figuur 1 Afvoer van de Maas in Venlo



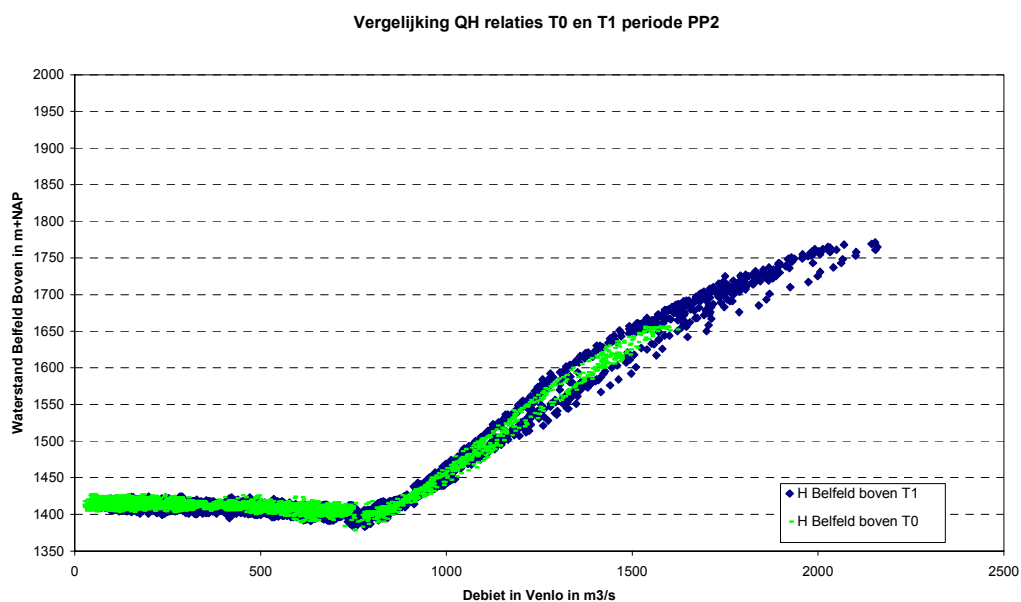
Als tweede onderdeel van de hydraulische aspecten binnen de rivierkundige monitoring is de nieuwe QH-relatie uit de meetresultaten zichtbaar gemaakt en vastgelegd. Hiertoe is gebruik gemaakt van dezelfde meetinformatie van het MSW-systeem als bij het eerste onderdeel.

In Bijlagen 1 en 2 zijn de QH relaties voor de T0 resp. T1 periode aangegeven. De verwachting is dat net bovenstrooms van de ingreep in het rivierbed (km 86,9) de grootste verandering plaats zal vinden. Hier is het station Buggenum representatief, maar daarvoor zijn geen T0 gegevens beschikbaar. Voor het station Neer, gelegen binnen het gebied van de zomerbedverbreding is er wel een verandering zichtbaar zoals deze ook daar verwacht mocht worden, d.w.z. een lagere waterstand H tijdens de T1 bij een zelfde Q in vergelijking met de periode T0. Voor de meetstations Kessel en Belfeld boven, gelegen benedenstrooms van de zomerbedverbreding, is er geen verandering, hetgeen ook niet verwacht werd (zie ook bijlage 6).

Figuur 2.1 Vergelijking Q/h relaties T0 en T1



Figuur 2.2 Vergelijking Q/h relaties T0 en T1



### 3.3 Morfologie

Onder het onderdeel morfologie wordt verstaan de vastlegging van de natte en droge bodemligging van het project gebied. De volgende onderdelen kunnen hierbij worden onderscheiden:

Tabel 3.2 Overzicht metingen bodemligging

Meet onderdeel	Gemeten tijdens T0?	Gemeten tijdens T1.1?	Gemeten tijdens T1.2?
Maas bodem km 83,9 (km 84-100m) – 84,5	Ja*	Ja	Ja
Maas bodem km 84,5 – 85,0	Ja*	Ja	Ja
Maas bodem km 85,0 – 86,9	Ja	Ja	Ja
Maas bodem km 86,9 – 92,0	Ja	Ja	Ja
Maas bodem km 92,0 – 93,0	Ja*	Ja	Ja
Maas bodem km 93,0 – 96,1	Ja*	Ja	Ja
Maas bodem km 102 - 104	Ja	Ja	Ja
Bodem haveningang Kuipers	Ja*	Ja	Ja
Bodem haveningang Poseidon	Ja*	Ja	Ja
Maas bodem Stuwgat Belfeld boven	Ja*	Ja	Ja
Maas bodem Stuwgat Belfeld beneden	Ja*	Ja	Ja
Toeleidingskanaal Belfeld boven	n.v.t.	Ja	Ja
Toeleidingskanaal Belfeld beneden	n.v.t.	Ja	Ja
Droge meting vooroeverdam en het aansluitende maaiveld, vak C en de vakken M t/m Q	Ja**	Ja	n.v.t.
Droge meting vak A+	Ja**	n.v.t.	Ja
Droge meting verbreding km 86,9 – 92,1	Ja**	n.v.t.	Ja
Rijkelse Bemden	Ja	Ja***	Ja

- Ja = gemeten door Meetdienst DLB bij lage afvoer. Voor de T1.1 en T1.2 betreft het de meetaanvraag formulieren RMPP2\_O0111640.doc en RMPP2\_O0111650.doc, en de meetrapportages DLB 2002/12803 en 19921
- Ja\* = gemeten door GEOCOM bij relatieve hoge afvoer, geaccepteerd met hogere nauwkeurigheidsmarge, zie notitie Maaswerken DMW 2002/202
- Ja\*\* = gemeten door Dredging International (DI), zie notitie DMW 2002/202
- Ja\*\*\* = gemeten door Meetdienst DLB, speciale meting 27-09-2001, zie DMW 2002/202.
- n.v.t. = niet van toepassing, meting werd niet gevraagd door de opdrachtgever

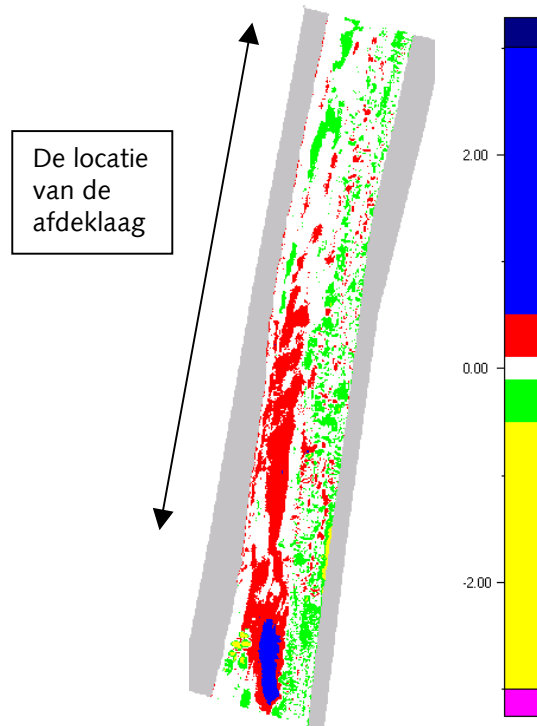
Als eerste onderdeel van de morfologische aspecten binnen de rivierkundige monitoring is de functie van de afdeklaag gecontroleerd en vastgesteld. De afdeklaag is gesitueerd van km 87,3 tot km 88,0. De afdeklaag is als onderdeel van het gehele traject van proefproject 2 ingemeten en geanalyseerd. Hiertoe is gebruik gemaakt van de meetinformatie van de T1.1 en T1.2 rapportages die in dit project kader zijn uitgevoerd na oplevering van het werk in oktober 2001 (zie het bovenstaande overzicht). Hiertoe zijn verschilkaarten gemaakt waarin middels vijf kleuren de veranderingen toonbaar zijn gemaakt::

Blauw voor sterke sedimentatie (aanzienlijk hogere bodemligging, meer dan 50 cm hoger),  
rood voor sedimentatie (hogere bodemligging, tussen de 10 en 50 cm hoger),  
wit voor een zeer kleine verandering (gelijk de meetnauwkeurigheid van +/-10 cm),  
groen voor erosie (lagere bodemligging, tussen de 10 en 50 cm lager).  
en geel voor sterke erosie (aanzienlijk lagere bodemligging, meer dan 50 cm lager).

Het resultaat is getoond in de verschillen kaarten per riviertraject in bijlage 3, en hieronder voor de specifieke locatie van de geconcentreerde berging met de nieuw aangebrachte afdeklaag.



Figuur 3      Verschilkaart bodemligging



Als tweede onderdeel van de morfologische aspecten binnen de rivierkundige monitoring is de eventuele erosie of sedimentatie op de natuurvriendelijke oevers gecontroleerd en vastgesteld. Aangezien de natuurvriendelijke oevers niet zijn uitgevoerd, en niet zijn opgeleverd als projectresultaat is deze evaluatie niet meer van toepassing. De meetmethode voor de morfologische metingen staat ook niet toe om de nieuwe uitvoeringsvorm van de opgeleverde oevers (oevers verdedigd met stortsteen boven een filterpakket) te beoordelen op dit onderdeel, omdat de oevers niet in zijn geheel zijn ingemeten.

Als derde onderdeel van de morfologische aspecten binnen de rivierkundige monitoring is de dynamische reactie van de riviergeometrie gecontroleerd en vastgesteld. Hiertoe is gebruik gemaakt van de meetinformatie van de natte metingen in zowel de T0, de T1.1 en de T1.2 rapportages die in dit project kader zijn uitgevoerd. Een eerste interpretatie van de dynamisch reactie van de rivierbodem is aangegeven in Tabel 3.3 hieronder. Het resultaat maakt gebruik van de verschillende kaarten per riviertraject zoals die zijn opgenomen in bijlage 3.

Tabel 3.3 Eerste interpretatie van de bodemverschillen

Locatie	van T0 naar T1.1	van T0 naar T1.2	van T1.1 naar T1.2	Totaal	Eerste interpretatie	Ingrep ?
Beschreven tijdsperiode	de uitvoering	de uitvoering en de hoogwaterperiode	de hoogwaterperiode		Legenda, zie onderaan deze tabel en Bijlage 3 blad 2	wel of geen verbreding
Spoorbrug-km 85	Wit overheerst	Wit overheerst	Wit overheerst	Wit	geen verandering	geen
Km 85-86	Wit overheerst, groen en rood in evenwicht	Wit overheerst, groen en rood in evenwicht	Wit en groen	Wit/groen	geen verandering, geringe erosie	geen
Km 86-87	Wit	Wit	Wit	Wit	geen verandering	geen
Km 87-88	Rood en wit	Rood en wit	Rood en wit	Rood en wit	geringe sedimentatie, geen verandering	verbreding
Km 88-89	Wit overheerst, groen en rood in evenwicht	Rood en wit	Rood en wit	Rood en wit	geringe sedimentatie, geen verandering	verbreding
Km 89-90	Wit overheerst, groen en rood in evenwicht	Rood en wit	Wit overheerst, groen en rood in evenwicht	Gevarieerd, wit - groen en rood in evenwicht	gemiddeld geen verandering, geringe sedimentatie linkerhelft en erosie rechterhelft	verbreding
Km 90-91	Wit overheerst, groen en rood in evenwicht	Wit overheerst, groen en rood in evenwicht	Wit overheerst, groen en rood in evenwicht	Wit overheerst, groen en rood in evenwicht	gemiddeld geen verandering, geringe sedimentatie linkerhelft en erosie rechterhelft	verbreding
Km 91-92	Wit en rood	Wit en rood	Wit en rood	Wit en rood	geen verandering, geringe sedimentatie rechterhelft	verbreding
Km 92-93	Wit en groen	Wit en groen, lokaal forse verlagingen	Wit en groen	Wit met enige onregelmatigheden	geen verandering, enige onregelmatigheden	geen
Km 93-94	Wit en groen	Wit en groen	Wit	Wit	geen verandering	geen
Km 94-95.2	Wit en groen	Wit en groen	Wit	Wit	geen verandering	geen
Haveningang Kuipers	Rood	Rood	Rood	Rood	geringe sedimentatie	geen
Haveningang Poseidon	Rood	Rood	wit	rood	geringe sedimentatie	geen
Bocht van Steyl	Wit overheerst, groen en rood in evenwicht	Wit overheerst, groen en rood in evenwicht	Wit en rood	Wit, met lokale sedimentatie na de binnenbocht	geen verandering	geen
Toeleid.Kan. Sluis Belfeld boven	n.v.t.	n.v.t.	Rood	Rood	geringe sedimentatie	geen
Toeleid.Kan. Sluis Belfeld beneden	n.v.t.	n.v.t.	Rood	Rood	geringe sedimentatie	geen
Stuw Belfeld boven (stortebed)	Wit en groen	Wit en groen	Wit en rood	Wit	geen verandering	geen
Stuw Belfeld beneden (stuwgat)	Rood	Rood	Wit	Wit	geen verandering	geen
Rijkelse Bemden	Rood en blauw	Rood en blauw	Wit	Wit	geen verandering	verondieping

#### Legenda:

Geel = grote erosie of afgraving  
 Groen = stabiel, geringe erosie/verlaging  
 Wit = geen verandering  
 Rood = stabiel, geringe sedimentatie  
 Blauw = grote sedimentatie of ophoging

#### Samenvatting :

Binnen het traject van de verbreding treedt sedimentatie op van km 87 t/m km 90 op de linker bodemhelft d.w.z. het ongestoorde deel van de rivier bodem, en geringe erosie c.q. verlaging op de rechter bodemhelft. Vervolgens een korte verlaagde zone (erosie) in de rechter bodemhelft = binnenbocht km 90. Daarna een beeld van geringe sedimentatie over gehele bodembreedte van km 90 t/m km 92

---

### 3.4 Geohydrologie

Als eerste onderdeel van de geohydrologische aspecten binnen de rivierkundige monitoring zijn de grondwaterstanden gecontroleerd en vastgesteld. Hiertoe is gebruik gemaakt van de meetinformatie van TNO, het bedrijf dat is ingehuurd om binnen het gehele traject van PP2 deze metingen uit te voeren en het meetnet te beheren. Hiertoe zijn binnen de werkingssfeer van het proefproject in regelmatige intervallen (3 raaien) 17 stuks tijdelijke meetstations ingericht waar met intervallen van 1 uur (buizen 1 en 2 van elke raai), resp. 12 uur (buizen 3 en 4 van elke raai), resp. 24 uur (buizen 5 en/of 6 van elke raai) de grondwaterstanden automatisch worden ingemeten.

De resultaten zijn opgenomen in Bijlagen 4 en 5 voor respectievelijk de T0 en de T1 periode. Uit de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de meetstations goed werken. De totale registratie effectiviteit is van ca. 70% tijdens de T0 periode verbeterd tot ca. 95% tijdens de T1 periode.

De T1 gegevens zijn na een beperkte validatie aangeleverd aan de Directie Limburg, inherent aan de wens om de tijdsperiode van de evaluatie zover mogelijk in de tijd te leggen. Voor 1 meetpunt (R2B11) is er enige onduidelijkheid in de registratie die nog gecorrigeerd dan wel verklaard moet worden door TNO. Hieraan wordt nog vervolg gegeven.

Als tweede onderdeel van de geohydrologische aspecten binnen de rivierkundige monitoring is het geohydrologische profiel gecontroleerd en vastgesteld. Hiertoe is gebruik gemaakt van dezelfde meetinformatie van TNO. Hiertoe is gekeken naar het verloop van de hydrografen van de meetstations zoals die in de bijlagen zijn opgenomen.

De bewerkte meetreeksen van zowel T0 als T1 tonen het volgende resultaat:

raai 1: Buis 5 (T0) en buis 4 (T1) hebben een behoorlijke onderbreking van de registratie gehad. De waterstanden in buizen 1, 2 en 3 liggen zeer dicht bij elkaar (dezelfde watervoerende laag), het verloop is conform verwachting een kwel-verhanglijn (het achterland draineert af naar de rivier de Maas) onder normale omstandigheden (de grondwaterstanden nemen toe van buis 1 naar buis 6 evenredig de afstand naar de rivier).

raai 2 : Buis 11 (T1) is onbetrouwbaar, de meetresultaten zijn te laag in vergelijking met T0 om een logische verklaring aan toe te kennen. Dit dient nog in samenwerking met TNO onderzocht te worden, maar vooruitlopend op de oplossing van deze registratie is er een meter toegevoegd aan de meetwaarden. Vervolgens liggen de waterstanden in buizen 7, 8, 9 en 10 zeer dicht bij elkaar (dezelfde watervoerende laag), en is het verloop conform verwachting een kwel-verhanglijn onder normale omstandigheden (de grondwaterstanden nemen toe van buis 7 naar buis 12 evenredig de afstand naar de rivier).

raai 3 : De waterstanden in buizen 13, 14, 15 en 16 liggen zeer dicht bij elkaar (dezelfde watervoerende laag), het verloop is conform verwachting een kwel-verhanglijn onder normale omstandigheden (de grondwaterstanden nemen toe van buis 13 naar buis 17 evenredig de afstand naar de rivier). De buizen dichtbij de rivier reageren snel en groter op de hoogwatergolven in de rivier dan de veraf gelegen buizen (zie verschil buis 16 en 17).

Als derde onderdeel van de geohydrologische aspecten binnen de rivierkundige monitoring zijn de grondwaterstanden gekoppeld aan de waterstanden in de Maas. De methodiek hiervoor was als volgt : De grondwaterstanden van alle drie raaien zijn gekoppeld aan de waterstanden in de Maas zoals die ingemeten zijn bij Neer, tijdens een relatief droge stabiele afvoerperiode in de Maas, waarbij de waterstand zich dicht bij het stuwpeil bevindt. Het stuwpeil is 14,10 m+NAP, dit is het stuwpeil zoals dat omstreeks 1990-1991 werd ingesteld na een verhoging van 10 cm. Deze peilverhoging is geaccepteerd door de bevoegde instanties als de compensatie voor de nadelige grondwaterstands-effecten (verdrogingseffecten) die het proefproject naar verwachting zou veroorzaken. Onmiddellijk voorafgaand aan, en ook tijdens het proefproject (vanaf begin 1999, T0 periode) is het stuwpeil binnen het stuwpannd Belfeld ongewijzigd gebleven op het niveau van 14,10 m+NAP.

---

## 4 Milieumonitoring

### 4.1 Opzet van het onderzoek

Om vast te stellen of de verwachte milieuhygiënische verbetering en de streefbeelden voor de ontwikkeling van natuurwaarden gerealiseerd zijn, wordt PP2 milieukundig gemonitord.

Onderhavig achtergronddocument omschrijft de werkzaamheden en de resultaten daarvan die in het kader van de T1-monitoring zijn uitgevoerd. De feitelijk uitgevoerde monitoringswerkzaamheden, op basis waarvan een nadere interpretatie en evaluatie kan plaatsvinden omtrent de verwachte milieuhygiënische verbeteringen en de streefbeelden voor de ontwikkeling van natuurwaarden.

De milieuaspecten voor monitoring zijn in een viertal relevante aspecten onderverdeeld:

- Bodemchemie;
- Grondwaterkwaliteit;
- Eco(toxico)logie;
- Natuurwaarden.

Bij de T1-monitoring worden alleen de milieuhygiënische effecten op het gebied van bodemchemie, grondwaterkwaliteit en eco(toxico)logie onderzocht. Monitoring van de natuurwaarden (inventarisatie van flora en fauna), zoals beschreven in het monitoringsprogramma voor de milieumonitoring, is bij de T1-monitoring gezien het korte tijdbestek van monitoren na realisatie van PP2 niet noodzakelijk.

Monitoring heeft plaatsgevonden volgens het opgestelde monitoringsprogramma (ref. ref. 2). Ten gevolge van wijzigingen in uitvoering van PP2 (zie hiervoor de monitoring uitvoering proefproject 2, ref. 7) was het noodzakelijk op een aantal onderdelen af te wijken van dit opgestelde monitoringsplan. Deze wijzigingen en de invloed hiervan op de milieumonitoring zijn besproken met de bevoegde instanties. Ter vaststelling van de uitgevoerde wijzigingen zijn deze in een brief verwoord. Deze brief is richting de bevoegde instanties verzonden (DLB2002/8452/iag, 5 april 2002).

De volgende locaties zijn aangewezen als monitoringslocaties:

- locatie 3: locatie binnen PP2, waar verbreding van de maas heeft plaatsgevonden (*vak 3a, subvak 1 t/m 3, top erosiebestendige afdeklaag geconcentreerde berging*). Binnen de verbreding is verdiept ontgraven en dekgrond vervolgens geconcentreerd geborgen (*vak 3c, subvak 1 t/m 3, bergingsmateriaal, deelpartij 1 t/m 3*). De oever van de locatie is deels met stortsteen afgewerkt (verdedigd). Daarnaast is, voordat de weerd begint een zogenaamde plas-dras zone aanwezig (natuurvriendelijke oever) waarbinnen een nevengeul is aangelegd (*vak 3b, subvak 1 t/m 3, afdeklaag geconcentreerde berging*). Bij de vak en subvak-indeling is de indeling in deelpartijen van de geconcentreerde berging aangehouden.
- locatie 4: locatie binnen PP2 waar verdieping (delfstofwinning) en vervolgens in-situ terugplaatsing van de deklaag heeft plaatsgevonden (*vak 4b, subvak 1 en 2*). De oever is verdedigd.
- locatie 5: locatie binnen PP2 waar riviervverbreding heeft plaatsgevonden (*vak 5a, subvak 5a1, oorspronkelijke waterbodem, referentie t.o.v. T0 / vak 5b, subvak 1 en 2, nieuwe waterbodem*). De oever is verdedigd.

De locatie-aanduiding is in navolging van de T0-monitoring. In navolgende tekstdelen worden de monitoringslocaties afwisselend aangeduid. Evaluatie zal plaatsvinden vanuit de uitgevoerde ingreep. Voor de locatieaanduiding betekent dit het volgende:

- deklaag geconcentreerde berging : locatie 3, vak 3a (zomerbedverbreding);  
locatie 3, vak 3b (plas-draszone);
- geconcentreerde berging : locatie 3, vak 3c (gelegen onder 3a en 3b);
- zomerbedverbreding : locatie 5, vak 5a (referentielocatie);  
locatie 5, vak 5b (zomerbedverbreding);
- in-situ terugplaatsing : locatie 4, vak 4b (in-situ terugplaatsing deklaag).

Ten gevolge van de gewijzigde uitvoering van PP2 ten opzichte van de oorspronkelijke planvorming zijn de werkzaamheden ter plaatse van locatie 2 komen te vervallen en daarmee de noodzaak om hier te monitoren. Locatie 1 uit de T0-monitoring betreft een terristische referentielocatie waar geen werkzaamheden zijn uitgevoerd en geen monitoring noodzakelijk is.

De ligging en indeling van de monitoringslocaties is weergegeven in bijlage 11.

## 4.2 Uitgevoerde werkzaamheden

### 4.2.1 Veldwerkzaamheden

De veldwerkzaamheden zijn onder te verdelen in werkzaamheden op het land (terristisch) en werkzaamheden op (vanaf) het water (aquatisch). Het onderscheid tussen terristisch en aquatisch betreft het verschil in periodieke en continue contact met het oppervlaktewater (de Maas).

In tabel 4.1 is een overzicht gegeven van de veldwerkzaamheden per locatie.

Tabel 4.1 Monsterneming per locatie.

Locatie	vak	subvak	ligging	monsterneming per subvak	steek	totaal boring	monster
<b>Deklaag geconcentreerde berging</b>							
3	3a	3a1 t/m 3a3	aquatisch	5 steken tot 0,2 m-wb	niet mogelijk, monsters van boringen vak 3c		
	3b	3b1 en 3b3	aquatisch	5 steken tot 0,2 m-wb			
					15		15
<b>Geconcentreerde berging</b>							
3	3c	3c1 t/m 3c3 (respectievelijk deelpartij 1 t/m 3)	berging	3 boringen tot 5 m-wb		9	
<b>In situ terugplaatsing dekgrond</b>							
4	4a	4a1	terristisch	geen inspanning	20	4	40
	4b	4b1 en 4b2	terristisch	10 steken tot 0,25 m-mv 2 boringen tot 2,5 m-mv			
<b>Zomerbedverbreding</b>							
5	5a	5a1	aquatisch	5 steken tot 0,2 m-wb	5		5
	5b	5b1 en 5b2	aquatisch	5 steken tot 0,2 m-wb	10		10

### Aquatisch en geconcentreerde berging

De werkzaamheden op (vanaf) het water hebben bestaan uit handmatige en mechanische boringen.

De handmatige boringen zijn verricht ter plaatse van de vakken 3a, 3b, 5a en 5b. Hierbij is gebruik gemaakt van een Van Veenhapper. De boringen ter plaatse van de geconcentreerde berging zijn mechanisch verricht met behulp van een pulsstelling.

De boringen zijn ingemeten en op kaarten vastgelegd. Deze kaarten zijn opgenomen in de separate rapportage van de uitvoering milieumonitoring T1 (ref. 19).

Gedurende de uitvoering van de veldwerkzaamheden is van de sedimentmonsters de Redoxpotentiaal bepaald per te onderscheiden laag, dan wel per maximaal bodemtraject van 1,0 m.

---

Ten gevolge van de bodemsamenstelling bleek het niet mogelijk de monsterneming ter plaatse van vak 3a handmatig plaats te laten vinden. In het algemeen geldt dat alle monsternemingen in het zomerbed handmatig nauwelijks uit te voeren zijn. Dit ten gevolge van de aangetroffen bodemsamenstelling. Ter plaatse van locatie 5 is het handmatig bemonsteren moeizaam echter volledig uitgevoerd. Ter plaatse van locatie 3, vak 3a is aangesloten bij de te verrichten mechanische boringen ten behoeve van monsterneming van de geconcentreerde berging. Dit betekent dat bij locatie 3, vak 3a per subvak 3 in plaats van 5 steken/boringen hebben plaatsgevonden. Deze afwijking in de monsternemingsstrategie had invloed op de analysestrategie waarover in paragraaf 4.3 meer.

#### **Terristisch**

Ter plaatse van de terristische zone hebben de veldwerkzaamheden bestaan uit het verrichten van 10 steken (boringen) per subvak, waarbij als monsternemingsapparatuur gebruik is gemaakt van de edelmanboor. Daarnaast zijn per subvak 2 boringen tot 2,5 m-mv verricht.

### **4.3 Chemisch analytisch onderzoek en bioassay's**

#### **4.3.1 Samenstellen mengmonsters**

Van de aquatische vakken 3a, 3b, 5a en 5b (respectievelijk deklaag geconcentreerde berging en zomerbedverbreding) is per vak van het bodemtraject van 0,0-0,2 m-wb één mengmonster samengesteld. Van het aquatische vak 3c (geconcentreerde berging) zijn per subvak twee mengmonster samengesteld. Van de terristische locatie is één mengmonster van de bovengrond (bestaande uit de steken tot 0,25 m-mv) en zijn, ten gevolge van de aangetroffen bodemtextuur, twee mengmonsters van de ondergrond (bestaande uit de monsters van de boringen tot 2,5 m-mv) samengesteld. Hierbij is een opdeling gemaakt tussen de van oorsprong aanwezige bodem en de teruggeplaatste bodem (leeftlaag). Voorafgaand aan feitelijke uitvoering van het chemisch analytisch onderzoek en de bioassay's heeft onderverdeling in deelmonsters van de samengestelde mengmonsters plaatsgevonden:

- 1 deelmonster voor bodemchemie basispakket;
- 1 deelmonster voor de bioassay's;
- 1 deelmonster voor bodemchemie uitgebreid.

Ten gevolge van de afwijking in monsterneming ter plaatse van locatie 3, vak 3a is voor dit vak het bodemtraject van 0,0-1,0 m-wb benut voor het samenstellen van mengmonsters. Hierbij is zeer selectief te werk gegaan waarbij de monsters uit het bovenste deel van de bemonsterde waterbodem zijn benut voor uitvoeren van de bioassay's. Het overige bemonsterde materiaal uit de bovenste 0,5 m-wb, aangevuld met materiaal uit het bodemtraject 0,5-1,0 m-wb is benut voor het samenstellen van mengmonsters ten behoeve van bodemchemisch onderzoek.

#### **4.3.2 Chemische analyses bodemchemie**

De bodemchemische analyses zijn onder te verdelen in een basispakket, uitgebreid pakket en overige analyses. De samenstelling van de pakketten en de strategie per vak voor de bodemchemie en bodemchemie uitgebreid is weergegeven in tabel 4.2.

Tabel 4.2 Analysepakket en strategie bodemchemie

Bodemchemie	(sub)vak							
	3a	3b	3c1	3c2	3c3	4b	5a	5b
<b>Basispakket</b>								
Aantal	1	1	2	2	2	3	1	1
- droge stof								
- organisch stofgehalte								
- fractie < 2, < 16, < 50, < 63 en < 210 µm								
- kalkgehalte								
- pH, H <sub>2</sub> O								
- SCG-kromme, incl fractie > 2 mm								
- zware metalen (Cu, Cd, Cr, Ni, Hg, Pb, Zn)								
- arseen								
- PAK (10 VROM, 16 EPA)								
- OCB								
- PCB (7)								
- Olie (GC)								
<b>Uitgebreid pakket</b>								
Aantal	1	1	1	1	1	2	1	1
- CEC (Cation Exchange Capacity)								
- Kolomtest								
* zware metalen (Cu, Cd, Cr, Ni, Hg, Pb, Zn)								
* arseen								
- CaCl <sub>2</sub> -extractie (0,01 M)								
* zware metalen (Cu, Cd, Cr, Ni, Hg, Pb, Zn)								
* arseen								
<b>Overige analyses</b>								
Aantal			1	1	1			
- dichtheid								
- doorlatendheid								

#### 4.3.3 Bioassay's

De bioassay's zijn onder te verdelen in terristische en aquatische bioassay's. De monsters van het materiaal uit de geconcentreerde berging (locatie 3, vak 3c, subvakken 3c1 t/m 3c3) zijn niet benut voor onderzoek met behulp van bioassay's. De uitgevoerde bioassay's zijn in tabel 4.3 per vak weergegeven.

Tabel 4.3 Bioassay's

Bioassay's	(sub)vak							
	3a	3b	3c1	3c2	3c3	4b	5a	5b
<b>Terristisch</b>								
- <i>Lambricus</i> (rubellus)						1		
<b>Aquatisch</b>								
- <i>Chironomus riparius</i>	1	1	-	-	-		1	1
- Tamnoxkit F ( <i>Thamnocephalus platyrus</i> )	1	1	-	-	-		1	1
- Rotoxkit F ( <i>Brachionus calyciflorus</i> )	1	1	-	-	-		1	1

#### 4.4 Resultaten werkzaamheden

##### 4.4.1 Bodemsamenstelling

De bodemligging van de onderzochte locaties is terristisch (locatie 4) dan wel aquatisch (locatie 3 en 5). In bijlage 7 is de bodemsamenstelling ter plaatse van de afzonderlijke locaties weergegeven middels boorbeschrijvingen.

Beschrijving van de bodem heeft plaatsgevonden conform de NEN 5104. Zeer globaal is sprake van de volgende bodemopbouw:



Tabel 4.4 Globale bodemopbouw

Locatie	vak	bodemtraject	hoofdbestanddeel	bijmenging	opmerking
<b>deklaag geconcentreerde berging</b>					
3	3a	0,0-1,0 m-wb	matig grof zand tot grind, sterk heterogeen	afwisselend zwak kleihoudend en/of grof grindig of stenen	
3	3b	0,0-0,2 m-wb	matig grof zand	zwak grindig, zwak kleihoudend	
<b>geconcentreerde berging</b>					
3	3c	0,0-5,0 m-wb	matig grof zand tot grind, sterk heterogeen	afwisselend zwak kleihoudend (kleibrokjes) en/of matig tot sterk grind of steenhoudend. Vanaf ca. 2,5 m-wb slibbijmenging	geen duidelijke overgang tussen deklaag en geconcentreerde berging.
<b>zomerbedverbreding</b>					
5	5a, 5b	0,0-0,2 m-wb	zeer grof zand	matig tot sterk grindhoudend	
<b>In situ terugplaatsing dekgrond</b>					
4	4b	0,0-2,5 m-mv	fijn zand	siltig, kleihoudend, plaatselijk zwak grindig	plaatselijk puin

Het bodemmateriaal ter plaatse van de aquatische locaties is sterk heterogeen van samenstelling. Het hoofdbestanddeel is afwisselend zand en grind. Plaatselijk is grof grind en/of stenen aangetroffen.

Vak 3a betreft de toplaag van de deklaag op de geconcentreerde berging, meer specifiek het deel van de toplaag van de berging dat in de zomerbedverbreding is gelegen. Middels de negental boringen is voor onderzoek naar de bodemchemie gebruik gemaakt van monsters van de bovenste meter en voor het ecotoxicologisch onderzoek van de monsters van de bovenste 50 cm.

Ter plaatse van de plas-draszone (locatie 3, vak 3b) bestaat de bodem globaal uit matig grof zand. De aangetroffen bodemsamenstelling binnen deze locatie is meer eenduidig van samenstelling.

Het materiaal in de geconcentreerde berging is eveneens sterk heterogeen en heeft als hoofdbestanddeel matig grof zand en grind. Een duidelijke laagscheiding tussen het materiaal in de geconcentreerde berging en de deklaag op de geconcentreerde berging is niet aangetoond. Zeer globaal blijkt het materiaal dat in het meest noordelijke deel van de berging is gesitueerd (deelpartij 3) zandiger van textuur. In het onderste deel van het onderzochte traject van deelpartij 2 (bodemtraject ca. 3,5-5,0 m-wb) is klei als hoofdbestanddeel aangetroffen.

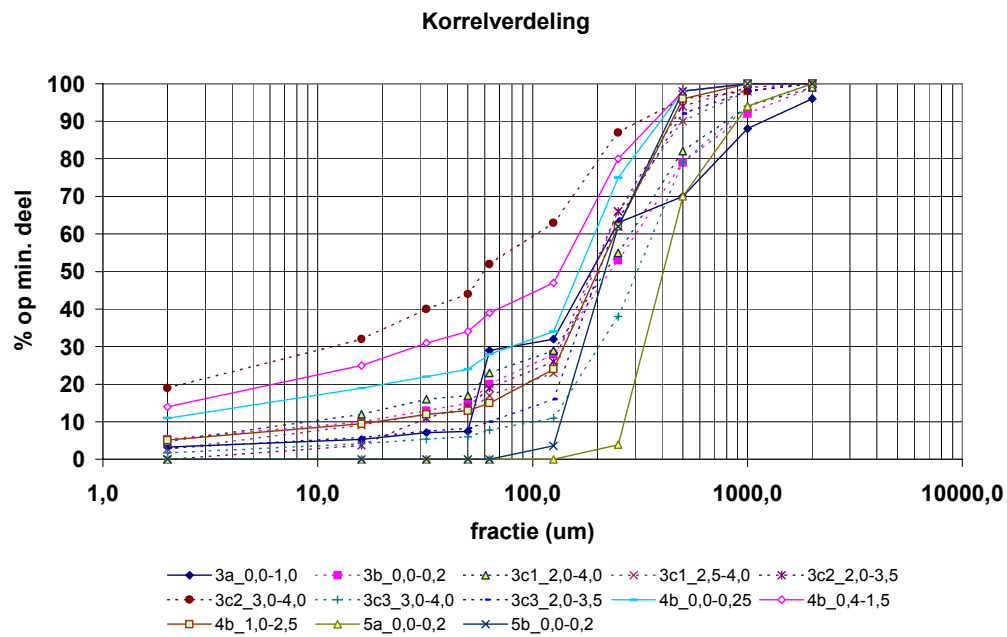
Binnen de onderzochte aquatische locaties is op de top van de waterbodem geen slib aangetroffen. Gezien de bodemsamenstelling ter plaatse van vak 3a (verbreding zomerbed) bleek monsternamen middels grepen van de bovenste 20 cm van de waterbodem niet mogelijk. In afwijking van de veldwerkstrategie uit het monitoringsplan is voor onderzoek naar de bodemchemie en ecotoxicologie aangesloten bij de bemonsteringsmethode voor de onderliggende geconcentreerde berging (vak 3c) middels een negental boringen.

De aquatische locatie 5 bleek zeer moeilijk met de voorgeschreven bemonsteringsmethode te bemonsteren. Ook hier was de bodemsamenstelling de oorzaak. Het bodemmateriaal van vak 5a en de nieuwe waterbodem in de verbreding van het zomerbed (vak 5b) is eenduidig van samenstelling qua textuur. Het aangetroffen bodemmateriaal betreft hier sterk grindig, zeer grof zand.

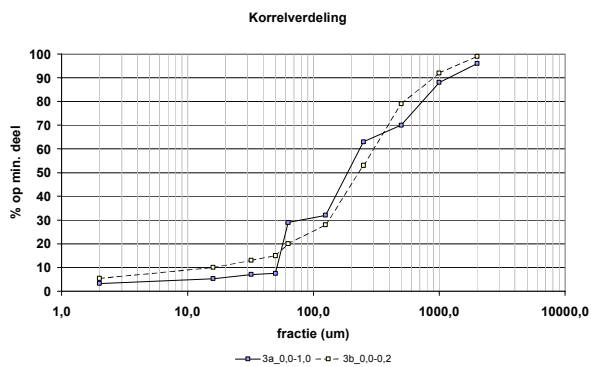
De ter plaatse van de in situ terugplaatsing aangetroffen bodemsamenstelling is fijner van structuur. De bodem bestaat hier voornamelijk uit siltig/kleig fijn zand. Op het bodemtraject van ca. 0,4- maximaal 1,5 m-maaiveld is een kleilaag aangetroffen. De laag heeft een dikte van gemiddeld ca. 0,5 m. Onder deze kleilaag is matig grof zand aanwezig. In het omhoog gebrachte bodemmateriaal is relatief weinig grind aangetroffen. Deze bodemlaag betreft het oorspronkelijke materiaal en is onvergraven. Zeer plaatselijk is puin als bijzondere bijmenging aangetroffen.

Van representatieve grondmonsters is de korrelverdeling (SCG-kromme) bepaald. In onderstaande figuren zijn de bepaalde korrelverdelingen in totaaloverzicht en per locatie weergegeven.

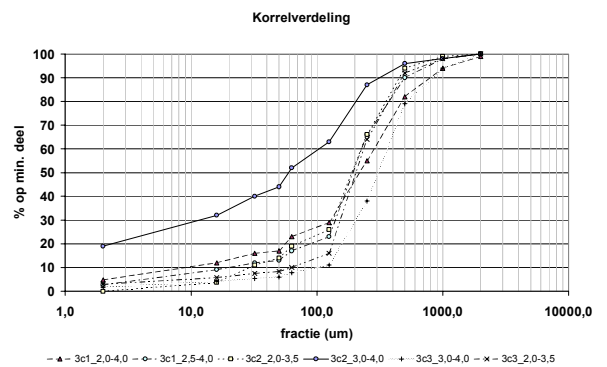
Figuur 4: Totaaloverzicht korrelverdeling



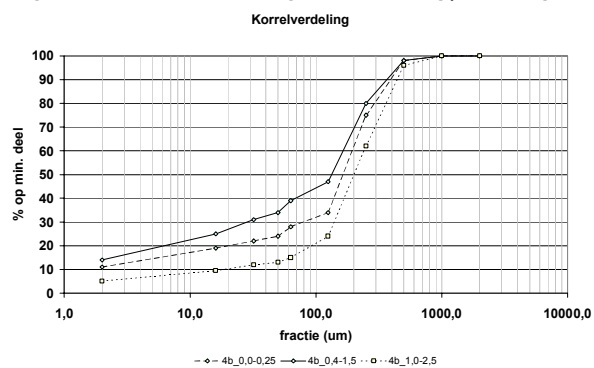
Figuur 5: Korrelverdeling afdeklaag geconc.berging



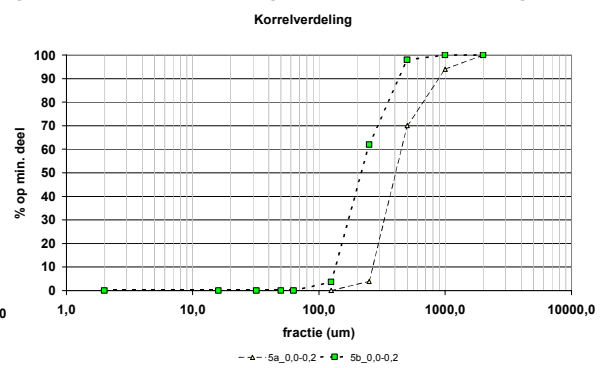
Figuur 6: Korrelverdeling geconc. berging



Figuur 7: Korrelverdeling in-situ terugplaatsing



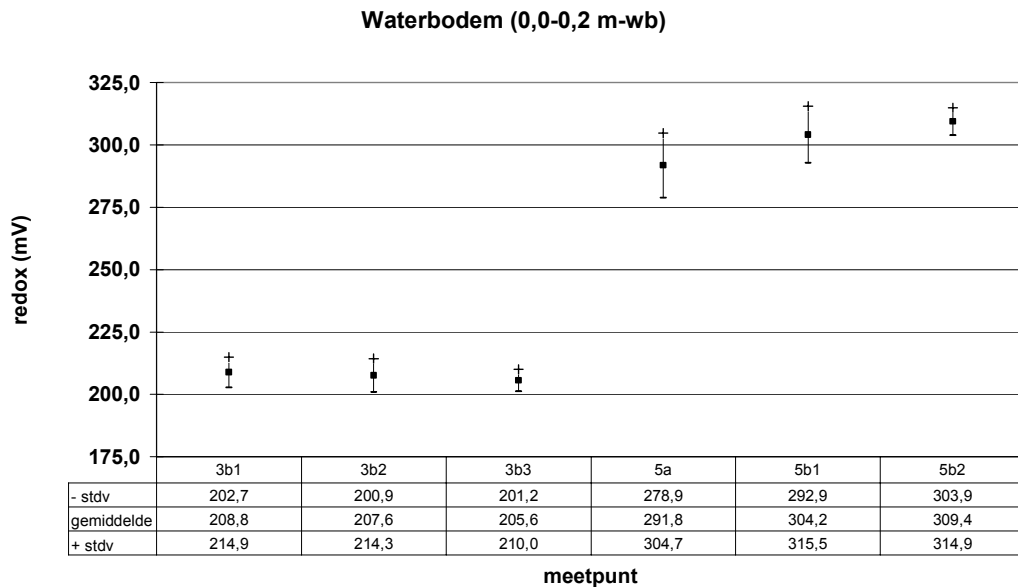
Figuur 8: Korrelverdeling zomerbedverbreding



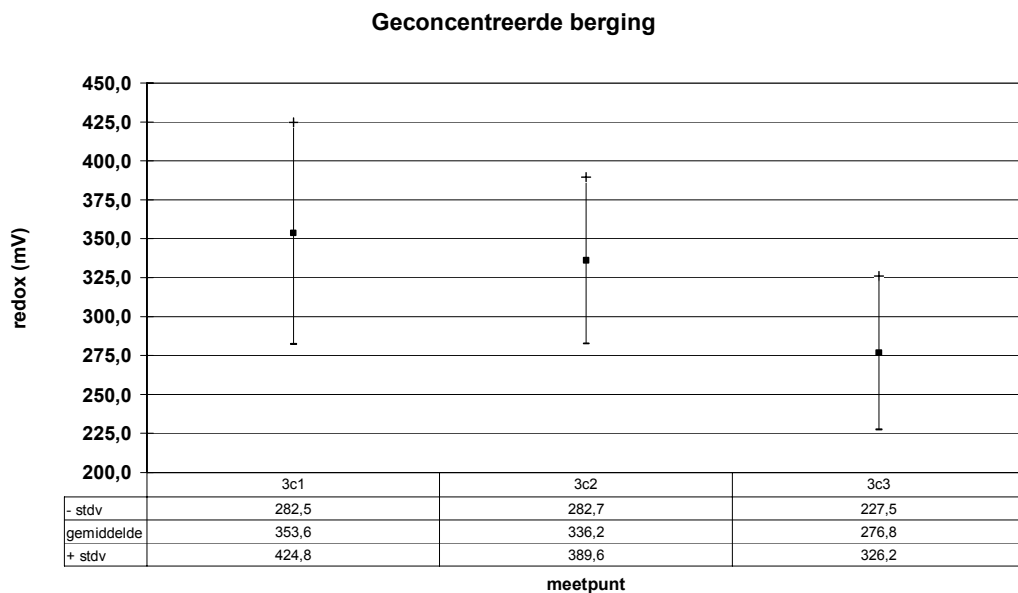
#### 4.4.2 Redoxpotentiaal

De redoxpotentiaal geeft inzicht in de aanwezigheid van kathionen in het sediment. Redoxmetingen zijn alleen uitgevoerd op de sedimentmonsters, wat betekent dat de redoxpotentiaal alleen bepaald is van de monsters (bodemtrajecten) van de aquatische locaties en de geconcentreerde berging. In figuur 9 en 10 zijn de resultaten van de redoxmetingen in het sediment weergegeven.

Figuur 9: Redoxmetingen waterbodem (0,0-0,2 m-mv)



Figuur 10: Redoxmetingen geconcentreerde berging



#### 4.4.3 Dichtheid en doorlatendheid

Van geselecteerde monsters uit de geconcentreerde berging is de doorlatendheid en de dichtheid bepaald. De resultaten zijn in tabel 4.5 weergegeven.

Tabel 4.5 Dichtheid en doorlatendheid geconcentreerde berging

Locatie vak subvak			dichtheid		watergehalte	porievolum	doorlatendheid	opmerking
			nat (kg/m3)	droog (kg/m3)	(%)	(%)	(m/s)	
Geconcentreerde berging, deelpartij 1								
3	3c	3c1	1580	1100	44,4	57,4	5,50E-07	monster van boring 3, bodemtraject 4,42-4,92 m-wb
Geconcentreerde berging, deelpartij 2								
3	3c	3c2	1850	1500	23,9	42,4	9,80E-06	monster van boring 6, bodemtraject 4,75-5,25 m-wb
Geconcentreerde berging, deelpartij 3								
3	3c	3c3	1990	1690	17,3	34,9	3,90E-06	monster van boring 8, bodemtraject 5,05-5,55 m-wb

#### 4.4.4 Bodemchemisch onderzoek

##### 4.4.4.1 Samenstelling grond

De resultaten van de bodemchemische analyses zijn getoetst aan de Streef- en Interventiewaarden uit de Circulaire Interventiewaarden Bodemsanering (staatscourant 21 februari 2000), de normen als gesteld in de Vierde Nota Waterhuishouding (staatscourant 16 juni 2000) en Actief Bodembeheer Maas (beleidsnotitie en nota van toelichting, ontwerp, maart 2002). Bij de toetsing aan ABM is getoetst aan het niveau van herverontreiniging en voor de terroristische locatie (locatie 4, in-situ terugplaatsing) tevens aan de bodemgebruikswaarden 'droge bodem' (conform nota van toelichting, ontwerp, bijlage 2).

Bij toetsing heeft interpretatie en bodemtypecorrectie plaatsgevonden conform de rekenregels van de genoemde normen. Dit betekent dat voor zowel de toetsing conform de Circulaire Interventiewaarden Bodemsanering als toetsing aan ABM bodemtypecorrectie is uitgevoerd voor de gestelde toetsingsnormen. Bij de toetsing aan de Vierde Nota waterhuishouding heeft bodemtypecorrectie plaatsgevonden van de aangetroffen concentraties.

Toetsing en interpretatie heeft plaatsgevonden per individueel geanalyseerd monster en per locatie (ingreep). Bij de beoordeling per ingreep is het gemiddelde van de aangetroffen concentraties getoetst aan de vermelde normering.

In tabel 4.6 t/m 4.8 zijn de overschrijdingen ten opzichte van de genoemde normen weergegeven. De volledige toetsingsstaten zijn als bijlage 8 en 9 aan onderhavig rapport toegevoegd. Bij de beoordeling van de overschrijdingen zijn de volgende toetsingssymbolen gebruikt:

Wbb:

- \* overschrijding streefwaarde;
- \*\* overschrijding  $\frac{1}{2}(S+I)$ -waarde (tussenwaarde);
- \*\*\* overschrijding interventiewaarde;

NW4:

- 1 klasse 1;
- 2 klasse 2;
- 3 klasse 3;
- 4 klasse 4;

ABM:

- +(h) overschrijding van het niveau van herverontreiniging;
- +(db) overschrijding van de bodemgebruikswaarde 'droge bodem';
- +(db/h) overschrijding bodemgebruikswaarde 'droge bodem' en niveau van herverontreiniging.

Tabel 4.6 Resultaten grondonderzoek deklaag geconc. berging en geconc. Berging

Locatie	vak	monster codering	bodemtraject m-mv/-wb	parameter	toetsingsresultaat		
					Wbb	NW4	ABM
3	3a/3b	deklaag berging	0,0-1,0	Cd (cadmium)	*	2	-
				Ni (nikkel)	-	1	-
				Zn (zink)	*	1	-
				PAK (VROM-reeks)	-	1	-
				PCB (6)	*	1	-
				minerale olie	*	1	-
3	3a	3a_b1	0,0-1,0	Cd (cadmium)	*	1	-
				Zn (zink)	*	1	-
				PCB (6)	-	1	-
				minerale olie	*	1	-
3	3b	3b_b1	0,0-0,2	Cd (cadmium)	*	2	-
				Ni (nikkel)	*	2	-
				Zn (zink)	*	1	-
				PAK (VROM-reeks)	*	2	-
				PCB (6)	*	1	-
				minerale olie	*	1	-
3	3c	deelpartij 1	2,0-4,0	Cd (cadmium)	*	2	nvt
				Cr (chromium)	-	-	nvt
				Cu (koper)	*	2	nvt
				Ni (nikkel)	*	-	nvt
				Pb (lood)	*	1	nvt
				Zn (zink)	***	4	nvt
				Hg (kwik)	*	2	nvt
				PAK (VROM-reeks)	*	2	nvt
				PCB (6)	-	1	nvt
				minerale olie	*	1	nvt
3	3c	3c1_s1	2,0-4,0	Cd (cadmium)	*	2	nvt
				Cr (chromium)	-	-	nvt
				Cu (koper)	*	2	nvt
				Ni (nikkel)	*	-	nvt
				Pb (lood)	*	1	nvt
				Zn (zink)	***	4	nvt
				As (arsen)	-	-	nvt
				Hg (kwik)	*	2	nvt
				PAK (VROM-reeks)	*	2	nvt
				minerale olie	*	1	nvt
3	3c	3c1_s2	2,5-4,0	Cd (cadmium)	*	2	nvt
				Cu (koper)	*	2	nvt
				Ni (nikkel)	*	-	nvt
				Pb (lood)	*	1	nvt
				Zn (zink)	***	4	nvt
				Hg (kwik)	*	2	nvt
				PAK (VROM-reeks)	*	2	nvt
				PCB (6)	-	1	nvt
				minerale olie	*	1	nvt
3	3c	deelpartij 2	2,0-4,0	Cd (cadmium)	*	2	nvt
				Cu (koper)	*	2	nvt
				Ni (nikkel)	-	-	nvt
				Pb (lood)	*	2	nvt
				Zn (zink)	*	1	nvt
				PAK (VROM-reeks)	*	2	nvt
				PCB (6)	*	1	nvt
				minerale olie	*	1	nvt
3	3c	3c2_s1	2,0-3,5	Cd (cadmium)	*	2	nvt
				Ni (nikkel)	*	3	nvt
				Zn (zink)	*	1	nvt
				PAK (VROM-reeks)	*	2	nvt
				PCB (6)	*	1	nvt
				minerale olie	*	1	nvt

Tabel 4.6, vervolg Resultaten grondonderzoek deklaag geconc. berging en geconc. berging

Locatie	vak	monster codering	bodemtraject m-mv/-wb	parameter	toetsingsresultaat		
					Wbb	NW4	ABM
3	3c	3c2_s2	3,0-4,0	Cd (cadmium)	*	2	nvt
				Cu (koper)	*	2	nvt
				Pb (lood)	*	1	nvt
				Zn (zink)	*	1	nvt
				Hg (kwik)	*	1	nvt
				PAK (VROM-reeks)	*	2	nvt
				PCB (6)	*	1	nvt
				minerale olie	*	1	nvt
3	3c	deelpartij 3	2,0-4,0	Cd (cadmium)	*	2	nvt
				Ni (nikkel)	-	-	nvt
				Zn (zink)	*	1	nvt
				PCB (6)	-	1	nvt
				minerale olie	*	1	nvt
3	3c	3c3_s1	3,0-4,0	Cd (cadmium)	*	2	nvt
				Ni (nikkel)	-	-	nvt
				Zn (zink)	*	1	nvt
				PCB (6)	-	1	nvt
				minerale olie	*	1	nvt
3	3c	3c3_s2	2,0-3,5	Cd (cadmium)	*	1	nvt
				Ni (nikkel)	-	-	nvt
				Zn (zink)	*	1	nvt
				minerale olie	*	1	nvt

Tabel 4.7 Resultaten grondonderzoek in-situ terugplaatsing

Locatie	vak	monster codering	bodemtraject m-mv/-wb	parameter	toetsingsresultaat		
					Wbb	NW4	ABM
4	4b	in-situ terugplaatsing	leeflaag ca. 0,0-1,5	Cd (cadmium)	*	1	-
				Cu (koper)	*	-	-
				Pb (lood)	*	-	-
				Zn (zink)	**	1	-
				Hg (kwik)	*	-	-
				PAK (VROM-reeks)	*	-	-
				PCB (6)	-	1	-
				minerale olie	*	1	-
4	4b	4b_b1	0,0-0,25	Cd (cadmium)	*	1	-
				Zn (zink)	*	1	-
				minerale olie	*	1	-
4	4b	4b_b2	0,4-1,5	Cd (cadmium)	*	2	+(db/h)
				Cu (koper)	*	2	-
				Ni (nikkel)	-	-	-
				Pb (lood)	*	1	+(db/h)
				Zn (zink)	**	2	+(db/h)
				Hg (kwik)	*	1	-
				PAK (VROM-reeks)	*	2	-
				DDT/DDD/DDE	*	3	-
				PCB (6)	*	1	-
4	4b	4b_b3	1,0-2,5	minerale olie	*	1	-
				Cd (cadmium)	*	1	-
				Ni (nikkel)	-	-	-

Tabel 4.8 Resultaten grondonderzoek zomerbedverbreding

Locatie	vak	monster codering	bodemtraject m-mv/-wb	parameter	toetsingsresultaat		
					Wbb	NW4	ABM
5	5a	zomerbedverbreding, T1 ref.	0,0-0,2	Zn (zink)	-	1	-
5	5b	zomerbedverbreding	0,0-0,2	Cd (cadmium)	*	2	-
				Cu (koper)	*	2	-
				Ni (nikkel)	*	2	-
				Pb (lood)	*	1	-
				Zn (zink)	**	2	-
				As (arseen)	-	-	-
				Hg (kwik)	*	2	-
				PCB (6)	-	1	-
				minerale olie	*	1	-

Op basis van de resultaten van de uitgevoerde chemische analyses wordt het volgende opgemerkt:

Deklaag geconcentreerde berging en geconcentreerde berging:

In de deklaag van de geconcentreerde berging zijn lichte verontreinigingen (overschrijdingen streefwaarden) aangetroffen voor individuele zware metalen, PAK, PCB en minerale olie. Het aangetroffen bodemmateriaal betreft klasse 1 (ter plaatse van zomerbedverbreding, vak 3a) en klasse 2 specie (ter plaatse van plas-draszone, vak 3b). De klasse bepalende parameters zijn individuele zware metalen (Cd, Ni en Zn) en ter plaatse van de plas-draszone tevens PAK. De bodemgebruikswaarde natuur (nat) en/of het niveau van herverontreiniging wordt niet overschreden.

De deklaag betreft relatief schoon materiaal. Bij bemonstering van de deklaag van de geconcentreerde berging is geen laagscheiding waargenomen die eventueel kan duiden op recentelijk afgezet slib/bodemmateriaal op de bij uitvoering aangebrachte erosiebestendige deklaag. Gezien de ligging van de verontreiniging die verhoogd is ten opzichte van het niveau van herverontreiniging (plas-draszone) wordt als oorzaak de eventuele afzet van nieuw slib/bodemmateriaal zeer goed mogelijk geacht.

De geconcentreerde berging bestaat uit drie deelpartijen waarbij deelpartij 1 volgens in het verleden uitgevoerd onderzoek de meest verontreinigde partij betreft en deelpartij 3 de minst verontreinigde. Dit wordt door de resultaten van de T1-monitoring bevestigd.

In deelpartij 1, gelegen in het meest zuidelijke deel van de geconcentreerde berging, zijn de hoogste concentraties aangetroffen. Voor zware metalen, behoudens zink, arseen, PAK, PCB en minerale olie zijn concentraties aangetroffen die verhoogd zijn ten opzichte van de streefwaarden. De aangetroffen concentratie zink overschrijdt de interventiewaarde en is tevens de klasse bepalende parameter (klasse 4). De overige verhoogde parameters betreffen klasse 1 of 2 materiaal.

Deelpartij 2 en 3, respectievelijk gelegen in het middelste en noordelijke deel van de geconcentreerde berging, zijn minder verontreinigd ten opzichte van deelpartij 1. De aangetroffen verontreinigingen betreffen streefwaarde-overschrijdingen door individuele zware metalen, PAK, PCB en minerale olie in deelpartij 2 en individuele zware metalen, PCB en minerale olie voor deelpartij 3. Het materiaal in deelpartij 2 betreft klasse 3 materiaal op basis van nikkel. Hierbij wordt opgemerkt dat bij beoordeling van het gemiddelde van deelpartij 2 de concentratie nikkel niet verhoogd is ten opzichte van de streefwaarde en klasse 3. Ten gevolge van de grote spreiding in het lutum-gehalte is bij de beoordeling van de gemiddelde waarden geen sprake van verontreiniging met nikkel. Bij beoordeling van de gemiddelde verontreinigingsgraad van deelpartij 2 is zijn individuele zware metalen en PAK klasse bepalend (klasse 2). In deelpartij 3 is cadmium de klasse bepalende parameter (klasse 2).



---

#### In-situ terugplaatsing:

Ter plaatse van de in-situ terugplaatsing zijn in de leeflaag lichte verontreinigingen (overschrijdingen streefwaarden) aangetroffen voor individuele zware metalen, PAK, PCB en minerale olie. Het (gemiddelde) aangetroffen bodemmateriaal betreft klasse 2, waarbij cadmium de klasse bepalende parameter betreft. De berekende gemiddelde concentraties overschrijden het niveau van herverontreiniging niet. De bodemgebruikswaarde voor 'droge bodem' conform ABM wordt door de parameters cadmium, koper en zink overschreden. Het niveau van herverontreiniging wordt niet overschreden.

Het fijn zandige materiaal in het bovenste bodemtraject van de in-situ terugplaatsing (bodemtraject 0,0-0,25 m-mv) is licht verontreinigd met cadmium, zink en minerale olie (overschrijdingen streefwaarden/klasse 1). De aangetroffen concentratie zink overschrijdt de bodemgebruikswaarde 'droge bodem' conform ABM.

In het bodemmateriaal ter plaatse van de in-situ terugplaatsing is een spreiding aangetroffen qua textuur en verontreinigingsgraad. Op het bodemtraject van ca. 0,4-1,5 m-maaiveld is een kleiige bodemlaag aangetroffen die ten opzichte van het overige materiaal meer verontreinigd is (monster 4b\_b2). In deze bodemlaag zijn concentraties voor individuele metalen en PAK aangetroffen die de klasse 2 grens overschrijden. De concentratie zink overschrijdt de tussenwaarde. De concentratie DDT/DDD/DDE in deze bodemlaag overschrijdt de klasse 3 grens.

In het zandige bodemtraject direct onder deze kleiige afzetting zijn, behoudens een streefwaarde/klasse1 overschrijding door cadmium en een zeer geringe overschrijding van het niveau van herverontreiniging door nikkel, geen bijzonderheden aangetoond.

#### Zomerbedverbreding:

Ter plaatse van de zomerbedverbreding is zowel de zomerbedverbreding als de locatie van de TO-monitoring bemonsterd. Op basis van beoordeling van de gemiddelde kwaliteit van de top (bodemtraject 0,0-0,2 m-wb) van het zomerbed blijkt dat de concentraties individuele zware metalen en minerale olie de streefwaarden overschrijden. Het bodemmateriaal betreft (gemiddeld) klasse 2 waterbodem, waarbij cadmium de klasse bepalende parameter is. De concentratie cadmium overschrijdt het niveau van herverontreiniging. De bodemgebruikswaarde natuur (nat) wordt niet overschreden.

Gezien de spreiding tussen de zomerbedverbreding en de referentielocatie is het middelen van de concentraties niet correct. Ter plaatse van de feitelijke zomerbedverbreding zijn voor individuele zware metalen, PCB en minerale olie concentraties aangetroffen die verhoogd zijn ten opzichte van de streefwaarden. De concentratie zink overschrijdt de tussenwaarde. Het materiaal betreft klasse 2 specie, met als klasse bepalende parameters individuele zware metalen. Door individuele zware metalen wordt het niveau van herverontreiniging en/of de bodemgebruikswaarde 'droge bodem' conform ABM.

In het materiaal ter plaatse van de 'oude' maasbodem is een zeer geringe overschrijding aangetoond van de klasse 1 grens door de parameter zink.

De oorzaak van de grote spreiding is niet bekend. Op basis van bodemtextuur en onderlinge ligging van de bemonsterde vakken is geen oorzaak te geven. De ingreep ter plaatse heeft slechts bestaan uit het verwijderen van bodemmateriaal, geen terugplaatsing.

#### 4.4.4.2 Beschikbaarheid van stoffen

Een geselecteerd aantal monsters zijn aanvullend onderzocht op beschikbaarheid van stoffen. Hierbij is naast een kolomtest (LS=10, conform NEN 7343) een schudtest met behulp van  $\text{CaCl}_2$  uitgevoerd. Door het bepalen van de CEC (Cation Exchange Capacity= kation-uitwisselingscapaciteit) is de mate van vastlegging van metalen aan de grond achterhaald. Van geselecteerde monsters uit de geconcentreerde berging zijn de poriewaterconcentraties bepaald. Deze resultaten zijn niet in onderliggende rapportage opgenomen.

De resultaten van de testen zijn in tabel 4.9 en 4.10 weergegeven .

Tabel 4.9 Resultaten beschikbaarheid (behoudens geconcentreerde berging)

Monstercode		3a_b1	3b_b1	4b_b1	4b_b3	5a_b1	5b_b1
Traject (m-mv/wb)		0,0-1,0	0,0-0,2	0,0-0,25	1,0-2,5	0,0-0,2	0,0-0,2
<b>Parameters:</b>							
calciumcabronaat	gem in g/kgd.s.	9	16	5	3	3	9
pH-H <sub>2</sub> O		7,8	8,0	7,6	8,2	7,8	7,9
Kolomtest	(L/S=)	10	10	10	10	10	10
% droge stof		84,1	83,2	92,6	84,1	80,6	81,9
inweeg (droog)	g	1000	95	700	500	750	1000
pH-filtraat (anorg)		8,0	7,8	6,9	7,9	7,4	7,2
Ec-filtraat (anorg)		99	111	137	74	100	108
<b>Metalen (eluaat)</b>							
Cr (chrom)	ug/l	2,0	< 2	< 2	< 4	< 2	< 2
Cu (koper)	ug/l	2,5	3	8	7	< 2	2,5
Ni (nikkel)	ug/l	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Pb (lood)	ug/l	< 5	< 5	7	14	< 5	< 5
Zn (zink)	ug/l	17	< 2	29	44	< 2	22
Hg (kwik)	ug/l	0,15	< 0,03	0,05	0,15	< 0,03	< 0,03
As (arseen)	ug/l	4,0	2	7,5	3,0	3	6,5
Cd (cadmium)	ug/l	< 0,1	< 0,1	0,2	< 0,1	< 0,1	0,3
<b>CEC</b>							
uitwisselcapaciteit kationen	meq/kg d.s.	13	48	65	19	28	13
<b>CaCl<sub>2</sub></b>							
Cr (chrom)	ug/l	< 2	13	30	< 2	22	18
Cu (koper)	ug/l	< 2	6	6	9	< 2	3,0
Ni (nikkel)	ug/l	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Pb (lood)	ug/l	< 5	< 5	< 5	< 5	7	< 5
Zn (zink)	ug/l	27	8	4,5	6	< 2	8
Hg (kwik)	ug/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
As (arseen)	ug/l	2,5	4	2,0	1,5	1,5	5,0
Cd (cadmium)	ug/l	< 0,1	0,3	0,3	0,6	0,1	< 0,1

Tabel 4.10 Resultaten beschikbaarheid geconcentreerde berging

Monstercode Traject (m-mv/wb)		3c1_s2 2,5-4,0	3c2_s2 3,0-4,0	3c3_s2 2,0-3,5
<b>Parameters:</b>				
calciumcabronaat	gem in g/kgd.s.	18	14,5	7,5
pH-H <sub>2</sub> O		7,55	7,65	7,5
Kolomtest	(L/S=)	10	10	10
% droge stof		81	83	85,6
inweeg (droog)	g	500	500	500
pH-filtraat (anorg)		7,6	8,1	8,0
Ec-filtraat (anorg)		163	225	136
<b>Metalen (eluaat)</b>				
Cr (chrom)	ug/l	2	3	4,5
Cu (koper)	ug/l	3	4,5	3,5
Ni (nikkel)	ug/l	< 5	< 5	< 5
Pb (lood)	ug/l	< 5	< 5	< 5
Zn (zink)	ug/l	100	31	16
Hg (kwik)	ug/l	0,15	0,15	0,15
As (arsen)	ug/l	22	2,5	3,5
Cd (cadmium)	ug/l	< 0,1	0,2	< 0,1
<b>CEC</b>				
uitwisselcapaciteit kationen	meq/kg d.s.	59	110	14
<b>CaCl<sub>2</sub></b>				
Cr (chrom)	ug/l	< 2	< 2	< 2
Cu (koper)	ug/l	3,0	< 2	7
Ni (nikkel)	ug/l	< 5	< 5	< 5
Pb (lood)	ug/l	< 5	5	< 5
Zn (zink)	ug/l	32	3,5	5
Hg (kwik)	ug/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03
As (arsen)	ug/l	7,5	2,0	2,5
Cd (cadmium)	ug/l	0,1	< 0,1	0,3

De resultaten van de kolomtesten en CaCl<sub>2</sub>-extracties zijn indicatief getoetst aan de resultaten van het bouwstoffenbesluit. Toetsing heeft plaatsgevonden bij zowel 0,2, 1,0 als 5,0 m toepassingshoogte. Op basis van deze toetsing blijkt dat de immissiewaarden van het bouwstoffenbesluit niet worden overschreden. De toetsing is opgenomen als bijlage 10. Ten aanzien van de toetsing aan het bouwstoffenbesluit wordt opgemerkt dat de resultaten van de CaCl<sub>2</sub>-extracties op dezelfde wijze zijn beoordeeld als de resultaten van de kolomtest. De kolomtest is conform de eisen (en validatie) van het bouwstoffenbesluit de geëigende methode voor het onderzoeken van de beschikbaarheid van stoffen in bodemmateriaal.

Metalen kunnen zowel aan de bodemmatrix als complexgebonden in de bodem aanwezig zijn. Ten aanzien van de aan de bodemmatrix gebonden stoffen en dan met name de bindingscapaciteit geeft de CEC een indicatie. Vertaling van de CEC in relatie tot het lutum, organisch stofgehalte en kalkgehalte wijst uit dat bij een hoger lutum, organisch stof en/of kalkgehalte de CEC toeneemt. Afwijking hierop vormen de resultaten van de monsters van locatie 5, de zomerbedverbreding. In zowel het monster van de 'oude' maasbodem (referentiebodemp) als 'nieuwe' maasbodem zijn ondanks een laag lutum en organisch stofgehalte in vergelijking tot de overige monsters relatief hoge CEC-waarden aangetoond. Het kalkgehalte verklaart deze constatering niet.

De resultaten van de kolomtest en de CaCl<sub>2</sub>-extracties wijken op enkele punten sterk af. Het betreft hier met name de verhouding tussen zink en chroom tussen de beide testen. Daar geen eenduidigheid is in de mate van afwijking tussen de testen onderling is de oorzaak hiervan onbekend.

---

De resultaten van de kolomtest en de CaCl<sub>2</sub>-extractie volgen de resultaten qua samenstelling niet. Monsters waar qua samenstelling voor metalen verhoogde concentraties zijn aangetoond weerleggen deze resultaten niet op voorhand in de beschikbaarheid van desbetreffende parameters.

#### 4.4.4.3 Resultaten grondwater

Binnen het projectgebied zijn een 17-tal peilbuizen verdeeld over een drietal raaien. Van deze 17 peilbuizen zijn 8 peilbuizen geselecteerd voor monitoring van de grondwaterkwaliteit. Voor bemonstering van het grondwater zijn een tweetal meetmomenten voorzien, de T1.1 en T1.2.

De bemonstering van de T1.1 is slechts ten dele uitgevoerd. Oorzaak hiervoor vormde enerzijds de moeilijke bereikbaarheid van de locaties van de monitoringspeilbuizen (o.a. ten gevolge van ligging op vooroeverdam en ten gevolge van weersomstandigheden) en anderzijds ten gevolge van een viertal hoogwaterpieken in het voorjaar van 2002. In totaal zijn bij de T1.1. bemonstering van het grondwater drie van de acht peilbuizen bemonsterd en geanalyseerd. De resultaten alsmede de toetsing is opgenomen als bijlage 8.

De T1.2 bemonstering van de geselecteerde peilbuizen heeft gelijktijdig met de uitvoering van de overige milieukundige monitoringswerkzaamheden van de T1-monitoring plaatsgevonden.

De grondwatermonsters zijn geanalyseerd op een breed analysepakket. Bij uitvoering bleek de toegang tot de peilbuizen slecht. Middels hangsloten zijn de peilbuizen afgesloten, waarbij gebruik is gemaakt van verschillende soorten sloten.

In de peilbuizen zijn divers aanwezig, waarmee periodiek (per uur of per dag) de grondwaterstanden worden gelogd. Voor het bemonsteren van de peilbuizen is het meestentijds noodzakelijk de divers tijdelijk omhoog te halen. Bij interpretatie van de grondwaterstanden wordt hiermee rekening gehouden.

De resultaten van de grondwateranalyses zijn getoetst aan de Streef- en Interventiewaarden uit de Circulaire Interventiewaarden Bodemsanering (Staatscourant 21 februari 2000),

In tabel 4.11 zijn de resultaten van de het grondwateronderzoek van de T1.1 en T1.2 gepresenteerd. Hierbij zijn de overschrijdingen weergegeven. De volledige toetsingsstaten zijn als bijlage 8 aan onderhavig rapport toegevoegd. Bij de beoordeling van de overschrijdingen zijn de volgende toetsingssymbolen gebruik

Wbb:

- \*        overschrijding streefwaarde;
- \*\*       overschrijding  $\frac{1}{2}(S+I)$ -waarde (tussenwaarde);
- \*\*\*     overschrijding interventiewaarde;

Tabel 4.11 Resultaten grondwateronderzoek

Locatie	parameter	toetsingsresultaat Wbb	Concentratie (ug/l tenzij anders aangegeven )
<b>Geconcentreerde berging</b>			
<i>T1.2 meting, d.d. 05-06-2002</i>			
Deelpartij 1, 58D1878	Cd	*	0,8
	fenantreen	*	0,02
	fluorantheen	*	0,03
	chryseen	*	0,01
	benzo(a)pyreen	*	0,01
Deelpartij 2, 58D1877	As	*	22,0
Deelpartij 3, 58D1876	Cr	*	2,0
	Cd	*	0,5
<b>Omgeving: Referentiegegevens</b>			
<i>T1.1 meting d.d. 17-12-2001</i>			
58D1551	dichloorbenzenen	*	0,1
58D1554	Zn	*	130,0
58D1555	Zn	*	140,0
	dichloorbenzenen	*	0,2
<i>T1.2 meting, d.d. 05-06-2002</i>			
58D1551	Zn	*	430,0
58D1554	geen overschrijdingen		
58D1555	geen overschrijdingen		
58D0439	geen overschrijdingen		
58D1774	Cr	*	2,0
	Zn	*	220,0

Op basis van de resultaten als gepresenteerd in tabel 4.11 blijkt dat er zowel ter plaatse van de geconcentreerde berging en dan met name ter plaatse van deelpartij 1 als mede ook in het grondwater bovenstrooms van de geconcentreerde berging voor specifieke parameters licht verhoogde concentraties zijn aangetroffen.

#### 4.4.5 Resultaten eco(toxico)logie

Het ecotoxicologisch onderzoek heeft bestaan uit een set bioassay's die zijn uitgevoerd op bodem en slibmonsters. Deze monsters zijn genomen tijdens uitvoering van de veldwerkzaamheden van PP2 ten behoeve van de T1 monitoring. Er zijn 2 soorten bioassay's (acute en chronische bioassay's) uitgevoerd.

##### 4.4.5.1 Bioassay's, aquatisch

De uitgevoerde bioassay's voor de aquatische monsters hebben bestaan uit chronische toxiciteitstesten met behulp van de Verdermug (*Chironomus riparius*) en een tweetal acute toxiciteitstesten.

Bij de acute toxiciteitstesten testen met de kreeftachtige *Thamnocephalus platyurus* en het rader diertje *Brachionus calyciflorus* wordt gebruik gemaakt van poriewater dat in een verdunningsreeks wordt getest. Deze acute bioassay's zijn uitgevoerd volgens de standaardprotocollen die bij deze testen horen (Creasel, 1990; Creasel 1992). Juveniele werden blootgesteld aan poriewater, dat door middel van centrifugeren uit de sedimenten werd gewonnen. Na 24 uur werd de sterfte gescoord.

Acute testen duren kort, en zijn daardoor vaak goedkoper dan chronische testen, maar door de korte duur laten ze wel minder snel effecten zien. Dit is goed te zien aan de acute testen die in dit kader zijn uitgevoerd met *Thamnocephalus platyurus* en *Brachionus calyciflorus*. Bij deze testen zijn bij de T1 (monster 3a, 3b en 5a, 5b) metingen geen effecten waargenomen.

De chronische toxiciteitstest met larven van de Verdermug *Chironomus riparius* werd uitgevoerd volgens de "Methodebeschrijving voor de beoordeling van verontreinigde waterbodems volgens de TRIADE benadering" (Maas *et al.*, 1993).

Voor deze test werd het benodigde sediment gezeefd over een 500 µm (slib) of een 1000 µm (zand) zeef. Met dit sediment werd een mengsel aangemaakt bestaande uit 1 volumedeel sediment en 4 volumedelen DSW-medium. Na 24 uur schudden werden 4 testvaatjes gevuld met 50 ml van dit mengsel. Van het mengselrestant werd na drie dagen bezinken het elutriaat gewonnen, waarmee drie testvaatjes tot ca. 100 ml werden gevuld.

Per testvaatje met elutriaat werden *ad random* 2 halve eipakketten ( $\leq 2$  dagen oud) van *Chironomus riparius* ingezet. Na 4 dagen werd beoordeeld of beide eipakkethelften waren uitgekomen (met een nauwkeurigheid van circa 10%) en werden de uitgekomen larven gevoerd met een 2% Trouvit-oplossing. Na 7 dagen werden uit het elutriaat individuen van het 2<sup>e</sup> larvale stadium gehaald. Per testvaatje met sediment/DSW-mengsel werden 25 van deze larven ingezet. De sediment/DSW-mengsels werden continu belucht en drie maal per week werden de testvaatjes gevoerd met een 2% Trouvit-oplossing.

Na 28 dagen werden de larven voorzichtig over een zeef met een maaswijdte van 250 µm uitgespoeld. Het aantal larven werd geteld en van alle 4<sup>e</sup> stadium (L4) larven tezamen werd vervolgens het drooggewicht bepaald. Hieruit werd het gemiddelde drooggewicht per L4-larf afgeleid. Als referentie voor de beoordeling van de sedimentmonsters werd sediment uit de vaargeul van het Drontermeer (slib) en uit een zwemstrandje te Lelystad (zand) getest.

Met behulp van de ANOVA- en de post-hoc Bonferoni T-test werd getoetst of de waarnemingen voor één van de volgende parameters significant ( $P \leq 0,05$ ) verschilde van de referentie:

- gemiddelde sterfte;
- gemiddelde larvale ontwikkeling;
- gemiddeld drooggewicht van de L4-larven.

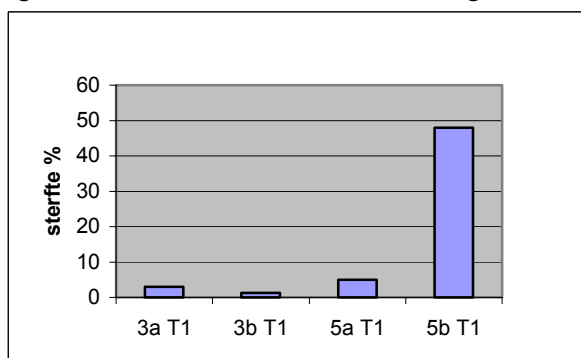
Hierbij werd gebruik gemaakt van het SPSS-softwarepakket (Norusis, 1992). Indien niet aan de voorwaarden voor parametrische testen werd voldaan, werden de gegevens log-getransformeerd. Indien ook na transformatie niet kon worden voldaan aan de randvoorwaarden voor het mogen uitvoeren van parametrische testen, werd gebruik gemaakt van de verdelingsvrije (niet-parametrische) Kruskal-Wallis test.

Gedurende de testen werden enkele fysische en chemische parameters semi-kwantitatief gemeten in het elutriaat vóór het inzetten van de eipakketten en een week daarna. In het bovenstaande water van het sediment/DSW-mengsel werden deze parameters vóór het inzetten van de larven en daarna éénmaal per week gemeten:

- Zuurstofgehalte (met gecomb. zuurstof- en temp-electrode);
- Zuurgraad (met pH-meter);
- Nitrietgehalte (met Merck-testkit);
- Ammoniumgehalte (met Merck-testkit);
- Geleidbaarheid (met geleidbaarheidsmeter);

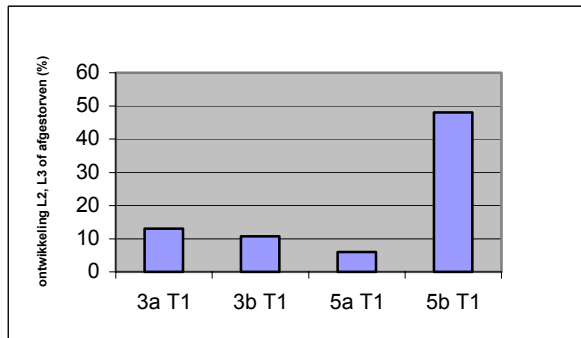
In de figuren 11, 12 en 13 zijn de resultaten van de uitgevoerde bioassay nader uitgewerkt.

Figuur 11 Sterfte larven Verdermug



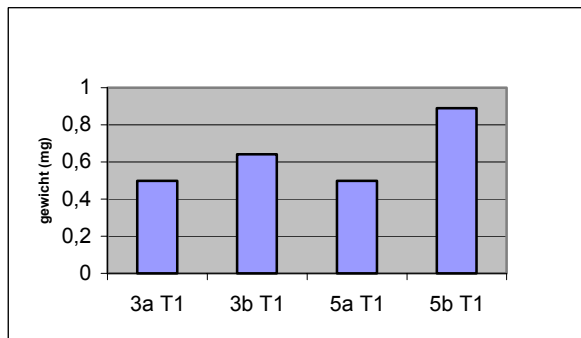
Opm. figuur 11: betreft sterfte van verdermuglarven na een blootstelling van 28 dagen aan verschillende slibmonsters.

Figuur 12      Ontwikkeling larve Verdermug



Opm. figuur 12: De gemiddelde ontwikkeling van de verdermuglarven na een blootstelling van 28 dagen aan verschillende slibmonsters. De gemiddelde larvale ontwikkeling is het aantal larven dat zich in stadium L2, L3 bevindt of dood zijn. Hoe hoger het percentage hoe slechter.

Figuur 13      Gewicht larve Verdermug



Opm. figuur 13: Het gemiddelde drooggewicht van de verdermuglarven na een blootstelling van 28 dagen aan verschillende slibmonsters.

Op basis van de resultaten als weergegeven in figuur 13 blijkt dat ter plaatse van de zomerbedverbreding (locatie 5, vak 5b) de meeste effecten zijn gemeten. Ondanks dat op deze locatie de sterfte en derhalve ontwikkeling slecht scoort is de gewichtstoename per overlevend individu gemiddeld het hoogst.. Hiervoor is geen verklaring.

#### 4.4.5.2 Bioassay's, terristisch

Het samengestelde terristisch monsters (bodemtraject 0,0-0,25 m-maaiveld) ter plaatse van locatie 4 is onderzocht middels de chronische bioassay met de regenworm *Lumbricus Rubellus*. De bioassay met de regenworm kan alleen worden uitgevoerd op droge grond. De *Lumbricus rubellus* is een regenworm die algemeen voorkomt in de uiterwaarden van de Maas (Boudewijn et al, 2002 en EMMA rapport, in press). Met het mengmonster van de toplaag is de bioassay uitgevoerd volgens de methode van het IBN-DLO (Ma et al., 1997; Ma, 1997).

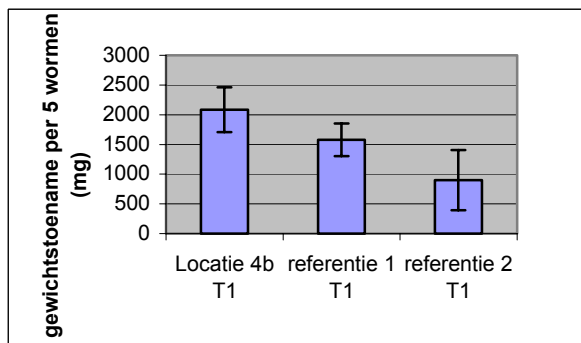
Als referentie gronden zijn de volgende gronden gebruikt: OFLP (referentiegrond 1) en KOBG (referentiegrond 2). OFLP bestaat uit 17% lutum, 74 % silt en 3.4% org. Stof en KOBG bestaat uit 2% lutum, 20% silt en 5.7% Org.stof. De bulkvoorraad van de referentie gronden zijn 2x verkruid door een verkruidmachine en vervolgens gezeefd door een 4 mm zeef. De gronden zijn natuurlijke gronden en zijn niet gesteriliseerd.

In de bioassay zijn geslachtsrijpe wormen gedurende 30 dagen blootgesteld aan 0,6 liter bevochtigde grond in glazen potten met een inhoud van 1,5 liter. Elk monster werd in viervoud ingezet. Bij het inzetten zijn de wormen gewogen. Bij het begin van de test kregen de wormen 1 maal 15 g verkruidde luchtdroog waterverzadigde elzeblad. Na 30 dagen zijn het aantal overlevende individuen, de verandering in het lichaamsgewicht en het aantal geproduceerde cocons bepaald. De cocons zijn verzameld door middel van uitspoeling van de grond met schoon water met behulp van een getrapd zeefstelsel.



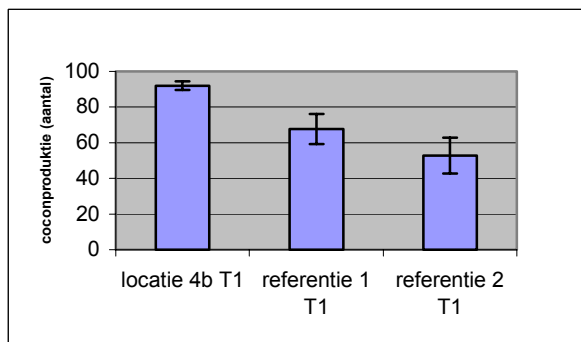
Beoordeling van eventuele effecten vindt plaats op basis van gewichtstoename en coconproductie. De resultaten van de uitgevoerde testen zijn weergegeven in respectievelijk figuur 14 en 15.

Figuur 14 Gewichtstoename regenwormen



Opm. figuur 14: betreft de gemiddelde gewichtstoename inclusief de standaarddeviatie in mg per 5 wormen. De blootstellingsperiode bedraagt 30 dagen.

Figuur 15 Coconproductie regenwormen



Opm. figuur 15: betreft de gemiddelde coconproductie inclusief de standaarddeviatie per 5 wormen en na een blootstelling van 30 dagen.

Op basis van de resultaten van de uitgevoerde test blijkt dat het monster van de in-situ terugplaatsing met de regenworm *Lumbricus rubellus* laat zien dat de groei en de coconproductie (zie figuur 14 en 15) significant hoger is dan de 2 referentie monsters.

---

## 5 Aanbevelingen

### 5.1 Algemeen

In onderstaande paragrafen weergegeven conclusies en aanbevelingen hebben betrekking op de eerste uitwerking van de resultaten zoals besproken in onderliggend achtergronddocument. De conclusies en aanbevelingen gaan niet inhoudelijk in op de resultaten van uitgevoerde metingen en registraties, daarvoor wordt doorverwezen naar het evaluatierapport

Het achtergronddocument dient onlosmakelijk te worden gezien met het evaluatierapport van de T1-monitoring (ref.xx). Voor zover in onderstaande dan wel voorliggende tekstdelen conclusies zijn gesteld dan heeft dit plaatsgevonden om data te ontsluiten, dan wel een eventuele afwijkend (ten opzichte van verwachting dan wel tendensen) resultaat nader te verklaren.

Middels onderliggend achtergronddocument worden de (ruwe) data zoals geïnitieerd in het kader van de T1-monitoring vastgelegd en vindt de noodzakelijke interpretatie van gegevens, op basis waarvan de rivier- en milieukundige evaluatie van PP2 uitgevoerd kan worden, plaats.

### 5.2 Metingen rivierkunde

#### 5.2.1 Hydraulica

Het meetstation voor de afvoer bij Venlo kende gedurende de T1 periode enige storende onderbrekingen in de registratie, die reeds door Directie Limburg bij de verantwoordelijke instantie, het RIKZ afdeling hydro-instrumentatie, is gemeld. De effectiviteit van het meetstation daalde van 98,8% naar 93,6%. De overige meetstations haalden een registratie van meer dan 99%, hetgeen een verbetering was t.o.v. de T0 periode. De meetinfrastructuur is voldoende en functioneert goed om de monitoring uit te voeren.

Het meetstation Belfeld Beneden waarvoor in de T0 rapportage waterstanden waren opgenomen, is niet meer gebruikt voor de monitoring van PP2. De waterstanden aldaar hebben door de aanwezigheid van de stuw Belfeld geen relatie met de hydraulische omstandigheden in het bovenstroomse stuwpand Belfeld. Het meetstation Belfeld Beneden registreert de waterstanden in het stuwpand Sambeek.

#### 5.2.2 Bodemligging

De interpretatie van de resultaten van de metingen is erg bewerkelijk, en er dient een betere standaardisatie plaats te vinden. De interpretaties met de T0 resultaten geven grote verschillen in bodemligging, hetgeen verklaarbaar is met de uitvoering van het project (de verschilkaart laat de situaties met en zonder de verbreding zien). De bodemstabiliteit is daardoor beter zichtbaar door de vergelijking van de T1.1 en T1.2 metingen.

#### 5.2.3 Grondwater

De T1 gegevens zijn na een beperkte validatie begin juli 2002 aangeleverd aan Directie Limburg, inherent aan de wens om de tijdsperiode van de evaluatie zover mogelijk in de tijd te leggen. Voor het meetpunt R2-B11 deden zich enige validatie-problemen voor, die inmiddels zijn gecorrigeerd. Dit heeft nog wel consequenties voor de eerdere rapportage van het jaar 2000. Hieraan moet door de Maaswerken een vervolg aan gegeven worden.

---

### 5.3 Metingen milieukunde

#### 5.3.1 Uitvoering werkzaamheden:

De aangetroffen bodemsamenstelling (sterke grindhoudend) heeft aangetoond dat monsterneming middels handmatig uitgevoerde boringen / grepen voor de aquatische locaties (locatie 5 en 3, respectievelijk zomerbedverbreding en deklaag geconcentreerde berging) in de praktijk nauwelijks mogelijk is. Uitzondering hierop vormt locatie 3, vak 3b. Deze locatie, gelegen achter de vooroeverdam betreft een plas-draszone, waar middels handboringen wel monsterneming mogelijk is van het bodemtraject 0,0-0,2 m-wb.

Gezien de aangetroffen bodemsamenstelling ter plaatse van de overige aquatische locaties (ondanks het te bemonsteren traject) dient bij toekomstige monitoringsronden overwogen te worden volledig gebruik te maken van mechanische boormethoden voor monsterneming. Voor deze aquatische locaties, die allen in de zomerbedverbreding zijn gelegen en met een vaartuig bereikbaar zijn, kunnen mechanische boringen worden ingezet als bemonsteringsmethode. Hierbij verdienen pulsboringen (continue gestoken steekbussen) of vibrocoreboringen de voorkeur.

Bij het bemonsteren van peilbuizen blijkt dat de afwijking in GPS-metingen kan zorgen voor het niet direct kunnen vinden van de locatie van de te bemonsteren peilbuizen. Voor een aantal van de peilbuizen geldt dat deze op of onder maaiveldniveau zijn afgewerkt. Voor de terugvindbaarheid van deze peilbuizen verdient het aanbeveling deze bovengronds af te werken.

Daarnaast zijn enkele peilbuislocaties afgewerkt met meerdere peilbuizen, waarbij niet goed gelabeld is. Hierdoor is extra inspanning noodzakelijk om te achterhalen welke peilbuis (freatisch) in het kader van het monitoringsprogramma dient te worden bemonsterd.

De peilbuizen op de vooroeverdam (peilbuizen 58D1876 t/m 58D1878) zijn slechts met behulp van een vaartuig bereikbaar en stromen slecht toe. Hiermee dient bij bemonstering en de planning hiervoor rekening te worden gehouden.

Voor het afsluiten van peilbuizen zijn diverse soorten sloten gebruikt. Hiermee dient bij uitvoering rekening te worden gehouden. Voorafgaand aan bemonstering dienen de benodigde sleutel bij de beheerder (huidige situatie TNO) te worden opgevraagd.

#### 5.3.2 Chemische analyses

Voor de interpretatie van gegevens dient bij toekomstige monitoringsronden zowel digitaal als in hardcopy een toetsbaar resultaat te worden overlegd. Toetsing moet plaats kunnen vinden met hiervoor gangbare toetsingsprogramma's dan wel door het laboratorium aan te leveren toetsingsmodellen.

Binnen Maaswerken dan wel Directie Limburg dient onderzocht te worden op welke wijze en met behulp van welke middelen zowel de rivierkundige en milieumonitoring vorm kunnen worden gegeven. Voor de milieukundige monitoring bestaan nauwelijks tot geen applicaties voor interpretatie ter beschikking. Hierbij dient rekening te worden gehouden met het feit dat elk laboratorium een eigen gebruikssysteem hanteert.

---

## **MONITORING PROEFPROJECT 2**

### **Bijlage 1**

#### **RIVIER WATERSTANDEN**

##### **T0 PERIODE**

**januari t/m juli 1999**

##### Inhoudsopgave

blad 1 : Overzicht van de verzamelde gegevens en de extreme waarden

blad 2 : Meta informatie van de hydraulische gegevens

blad 3 : Afvoer verloop van de Maas bij meetstation Venlo

blad 4 : Waterstandsverloop van de Maas bij meetstation Belfeld Boven

blad 5 : Waterstandsverloop van de Maas bij meetstation Neer

blad 6 : Frequentieverdeling Maas afvoer bij Venlo

blad 7 : Frequentieverdeling Maas waterstand bij Belfeld Boven

blad 8 : Frequentieverdeling Maas waterstand bij Neer

blad 9 : QH-relaties

blad 10 : Waterstandsverschillen Neer – Belfeld Boven

---

---

## **MONITORING PROEFPROJECT 2**

### **Bijlage 2**

#### **RIVIER WATERSTANDEN**

##### **T1 PERIODE**

**november 2001 t/m juni 2002**

##### Inhoudsopgave

blad 1 : Overzicht van de verzamelde gegevens en de extreme waarden

blad 2 : Meta informatie van de hydraulische gegevens

blad 3 : Afvoer verloop van de Maas bij meetstation Venlo

blad 4 t/m 7 : Waterstandsverloop van de Maas bij meetstations Belfeld Boven, Kessel, Neer en Buggenum

blad 8 : Frequentieverdeling Maas afvoer bij Venlo

blad 9 t/m 12 : Frequentieverdeling Maas waterstand bij Belfeld Boven, Kessel, Neer en  
Buggenum

blad 13 : QH-relaties

blad 14 : Waterstandsverschillen meetstations Kessel, Neer, Buggenum en Belfeld Boven

---

## **MONITORING PROEFPROJECT 2**

### **Bijlage 3**

#### **BODEMLIGGING RIVIERBED**

#### **VERSCHILLEN**

#### **METINGEN T0 (1999), T1.1 (2001) en T1.2 (2002)**

##### **Inhoudsopgave**

blad 1 en 2 : Toelichting en legenda

blad 3 : Bodemverschillen locatie km spoorbrug (km 84,5) – 85 - 86

blad 4 : Bodemverschillen locatie km 86 – 87 - 88

blad 5 : Bodemverschillen locatie km 88 – 89 - 90

blad 6 : Bodemverschillen locatie km 90 – 91 – 92

blad 7 : Bodemverschillen locatie km 92 – 93 – 94

blad 8 : Bodemverschillen locatie km 94 - 95

blad 9 : Bodemverschillen haveningang Kuipers en haveningang Poseidon

blad 10 : Bodemverschillen locatie km 102-104 : Bocht van Steijl

blad 11 : Bodemverschillen locatie toeleidingskanalen sluis Belfeld boven en Belfeld beneden

blad 12 : Bodemverschillen locatie stuwgat Belfeld boven en stuwgat Belfeld beneden

blad 13 : Bodemverschillen locatie Rijkelse Bemden

---

---

## **MONITORING PROEFPROJECT 2**

### **Bijlage 4**

#### **GROND WATERSTANDEN**

##### **T0 PERIODE**

**januari t/m juli 1999**

##### Inhoudsopgave

blad 1 : Overzicht van de verzamelde gegevens en de extreme waarden

blad 2 : Hydrograaf van de meetstations in Raai 1

blad 3 : Hydrograaf van de meetstations in Raai 2

blad 4 : Hydrograaf van de meetstations in Raai 3

blad 5 : Frequentieverdeling grondwaterstand in Raai 1

blad 6 : Frequentieverdeling grondwaterstand in Raai 2

blad 7 : Frequentieverdeling grondwaterstand in Raai 3

---

---

## **MONITORING PROEFPROJECT 2**

### **Bijlage 5**

#### **GROND WATERSTANDEN**

##### **T1 PERIODE**

**november 2001 t/m juni 2002**

##### Inhoudsopgave

blad 1 : Overzicht van de verzamelde gegevens en de extreme waarden

blad 2 : Hydrograaf van de meetstations in Raai 1

blad 3 : Hydrograaf van de meetstations in Raai 2

blad 4 : Hydrograaf van de meetstations in Raai 3

blad 5 : Frequentieverdeling grondwaterstand in Raai 1

blad 6 : Frequentieverdeling grondwaterstand in Raai 2

blad 7 : Frequentieverdeling grondwaterstand in Raai 3

---



---

## **MONITORING PROEFPROJECT 2**

### **Bijlage 6**

#### **Hydraulische en Geohydrologische**

#### **VERSCHILLEN**

#### **MEETPERIODEN T0 (1999) en T1 (2001-2002)**

##### **Inhoudsopgave**

blad 1 : Relatie tussen de Maas en het grondwater tijdens de T0 periode

blad 2 : Relatie tussen de Maas en het grondwater tijdens de T1 periode

blad 3 : Vergelijking QH relaties voor meetstation Belfeld Boven

blad 4 : Vergelijking QH relaties voor meetstation Neer

blad 5 : Relatie tussen de afvoer en het waterstandsverschil per meetstation voor zowel de T0 periode, de T1 periode, als de dummy periode van het Hoogwaterseizoen 2001

blad 6 : Grafisch verloop van de gemeten waterstandsval als functie van de afvoer

blad 7 : Relatie afvoer en waterstandsverschil voor het meetstation Buggenum

blad 8 : Relatie afvoer en waterstandsverschil voor het meetstation Neer

blad 9 : Relatie afvoer en waterstandsverschil voor het meetstation Kessel

---

---

## MONITORING PROEFPROJECT 2

### Bijlage 7

#### Toetsingsresultaten Grond

#### MEET PERIODE T1 2002

#### Inhoudsopgave

blad 1 t/m 18 : chemische analyses van de 15 mengmonsters, inclusief toetsing gemiddelden  
monstercodes:

Deklaag geconc. berging: gem. 3a\_b1+3b\_b1

Deelpartij 1: gem. 3c1\_s1+3c1\_s2

Deelpartij 2: gem. 3c2\_s1+3c2\_s2

Deelpartij 3: gem. 3c3\_s1+3c3\_s2

In-situ terugplaatsing\_leeflaag: gem. 4b\_b1 + 4b\_b2

In-situ terugplaatsing zand: 4b\_b1

In-situ terugplaatsing klei: 4b-b2

In-situ terugplaatsing ontvangende bodem: 43\_b3

Zomerbedverbreding: 5b\_s1

Zomerbedverbreding, ref. T1: 5a\_s1

---

monstercodes : Referentie 58D1551 (metingen T1.1 en T1.2)  
Referentie 58D1554 (metingen T1.1 en T1.2)  
Referentie 58D1555 (metingen T1.1 en T1.2)  
Referentie 58D0439 (meting T1.2)  
Referentie 58D1774 (meting T1.2)  
Deelpartij 1, 58D1878 (meting T1.2)  
Deelpartij 2, 58D1877 (meting T1.2)  
Deelpartij 3, 58D1876 (meting T1.2)

---

## **MONITORING PROEFPROJECT 2**

### **Bijlage 9**

#### **Toetsing volgens de vierde Nota Waterhuishouding**

#### **MEET PERIODE T1 2002**

##### **Inhoudsopgave**

26 bladen van de 13 grondmonsters voor de beoordeling van de bodemkwaliteit  
(2 bladen per analyse)

---

## MONITORING PROEFPROJECT 2

### Bijlage 10

#### Resultaten indicatieve toetsing beschikbaarheid aan immissie-eisen van het bouwstoffenbesluit

#### MEET PERIODE T1 2002

Toetsing afzonderlijke monsters aan de immissie-eisen van het bouwstoffenbesluit bij toepassingshoogte van 0,2 m., 1,0 m. en 5,0 m. Monstercodes afzonderlijke monsters:

3a\_b1,  
3b\_b1,  
3c1\_s2,  
3c2\_s2,  
3c3\_s2,  
4b\_b1, 4b\_b3,  
5a\_s1,  
5b\_s1.

---

## **MONITORING PROEFPROJECT 2**

### **Bijlage 11**

**Overzichtstekening meetpunten en ligging monitoring- en onderzoeksgebied**

**MEET PERIODE T1 2002**

---

**MONITORING PROEFPROJECT 2**

**Bijlage 12**

**Cd-rom-digitale bestanden, incl. rapportage**

**MEET PERIODE T1 2002**

---