

'90

331.4470

N.V. Servicecentrum  
Grondreiniging

FRACTIONERINGS- EN UITLOOGONDERZOEK  
GRONDSTROMEN BUDEL

**IWACO**

Adviesbureau voor water en milieu

Postbus 174  
5280 AD Boxtel

Boxtel

13 maart 1990

N.V. Servicecentrum  
Grondreiniging

FRACTIONERINGS- EN UITLOOGONDERZOEK  
GRONDSTROMEN BUDEL

---

**IWACO**

Adviesbureau voor water en milieu

Postbus 174  
5280 AD Boxtel

I N H O U D S O P G A V E

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. DOELSTELLING	2
3. UITVOERING ONDERZOEK	2
3.1 MONSTERNAME	3
3.2 FRACTIONERING	4
3.3 MICROSCOOPONDERZOEK	6
3.4 UITLOOGONDERZOEK	6
4. RESULTATEN	6
4.1 FRACTIE- EN MICROSCOPISCH ONDERZOEK	6
4.2 UITLOOGONDERZOEK	10
5. EVALUATIE	11
6. CONCLUSIES	16
7. AANBEVELINGEN	18

L I J S T V A N B I J L A G E N

1. Zeefkrommen

## 1 INLEIDING

Volgens de nu voorliggende planning zal medio maart 1990 de sanering ter hand worden genomen van de zogenoemde "fase 1A te Budel": het betreft hier circa 60 tuinen in de zogenoemde driehoek Budel-Dorplein-Oost. Door luchtdepositie en verwaaiing vanuit assenwegen in het gebied zijn de percelen verontreinigd met zware metalen tot circa 0,6 m-mv.

Voor een gedetailleerde omschrijving van de saneringsaanpak wordt verwezen naar het "saneringsplan fase 1A Budel Dorplein" (IWACO-rapportnummer 331.1210, d.d. 5 februari 1990). Gegevens omtrent de verontreinigingssituatie zijn weergegeven in het saneringsonderzoek (TAUW/HASKONING-rapportnummer 88/1478.48.08/1k d.d. februari 1989).

De sanering maakt deel uit van de integrale aanpak van de zware metalen problematiek in de Kempen.

Bij deze sanering zal circa 28.000 m<sup>3</sup> verontreinigde grond vrijkomen. Deze grond zal onder beheer en verantwoordelijkheid van het Service Centrum Grondreiniging (SCG) ter reiniging worden aangeboden.

Ter karakterisatie van de ter reiniging aangeboden grond is in overleg tussen de provincie Noord-Brabant (de saneerder), het SCG en IWACO besloten tot enkele aanvullende onderzoeken:

- a. vaststellen van zeefkrommen (korrelgrootteverdeling) van de ter reiniging aangeboden grondstromen;
- b. analyse van de afzonderlijke zeeffracties op zware metalen;
- c. microscopisch onderzoek op de afzonderlijke zeeffracties ter inschatting van de hoeveelheid aanwezige zinkslakdeeltjes.
- d. een uitloogonderzoek per onderscheiden grondstroom (uitloging met verdund zoutzuur; pH=3)

De onderdelen a. en b. zijn uitgevoerd in opdracht van de provincie Noord-Brabant als onderdeel van de voorbereiding van de sanering; de onderdelen c. en d. zijn uitgevoerd in opdracht van het SCG, conform de offerte van IWACO (briefnr. JHE/MB/90.269/331.4470, d.d. 8 februari 1990). Opdrachtverlening door het SCG vond plaats per brief (kenmerk UP/AvdW/9082, d.d. 14 februari 1990).

In voorliggende rapportage zijn alle vier genoemde onderzoeksonderdelen geïntegreerd.

## 2 DOELSTELLING

Het doel van het onderzoek is:

- \* te inventariseren op welke wijze de verontreiniging in de grond uit Budel aanwezig is;
- \* na te gaan hoe de verontreiniging over de diverse korrelgrootte-fracties is verdeeld;
- \* nagaan wat de uitloogbaarheid is van de verontreinigingen in verdund zoutzuur (pH=3);
- \* het signaleren van knelpunten t.a.v. de praktijkreiniging en aan de hand daarvan aangeven waar de reiniger zijn onderzoek ter optimalisatie van de reinigingstechnologie mede op zou kunnen richten.

## 3 UITVOERING ONDERZOEK

Achtereenvolgens wordt ingegaan op:

- \* monstername
- \* fractionering
- \* microscooponderzoek
- \* uitloogonderzoek

## 3.1 MONSTERNAME

Ten behoeve van het fractie/microscoop- en uitloogonderzoek zijn 4 mengmonsters samengesteld op basis van de in het saneringsplan onderscheiden grondstromen (voor de omschrijving van deze grondstromen wordt verwezen naar het saneringsplan).

Deze mengmonsters zijn als volgt samengesteld:

\* t.b.v. grondstroom 1:

- Hoofdstraat 65; diepte 0 - 0,3 m
- Hoofdstraat 65; diepte 0,3 - 0,6 m
- Hoofdstraat 78; diepte 0 - 0,3 m
- Hoofdstraat 78; diepte 0,3 - 0,6 m
- Stevenslaan 21; diepte 0 - 0,3 m
- Stevenslaan 21; diepte 0,3 - 0,6 m
- Looymanslaan 41; diepte 0 - 0,3 m
- Looymanslaan 41; diepte 0,3 - 0,6 m

(Bij de sanering zal van grondstroom 1 naar schatting 24.500 m<sup>3</sup> vrijkomen).

\* t.b.v. grondstroom 2:

- Looymanslaan 40; diepte 0 - 0,3 m
- Stevenslaan 13; 0,3 - 0,6 m

(Bij de sanering zal van grondstroom 2 naar schatting 500 m<sup>3</sup> vrijkomen).

\* t.b.v. grondstroom 3:

- Hoofdstraat 65; diepte 0 - 0,3 m
- Hoofdstraat 65; diepte 0,3 - 0,6 m
- Marialaan 56; diepte 0 - 0,3 m
- Marialaan 56; diepte 0,3 - 0,6 m
- Stevenslaan 35; diepte 0 - 0,3 m
- Stevenslaan 33; diepte 0,3 - 0,6 m

(Bij de sanering zal van grondstroom 3 naar schatting 2.000 m<sup>3</sup> vrijkomen).

\* t.b.v. grondstroom 4:

- Hoofdstraat 72; diepte 0 - 0,3 m
- Hoofdstraat 72; diepte 0,3 - 0,6 m
- Marialaan 56; diepte 0 - 0,3 m
- Marialaan 56; diepte 0,3 - 0,6 m
- Stevenslaan 30; diepte 0 - 0,3 m
- Stevenslaan 30; diepte 0,3 - 0,6 m

(Bij de sanering zal van grondstroom 4 naar schatting 1.250 m<sup>3</sup> vrijkomen).

Voor de locatie van de bemonsteringsplaatsen wordt verwezen naar het saneringsplan.

De mengmonsters zijn door BCO te Breda samengesteld.

### 3.2 FRACTIONERING

#### a. fractionering.

De mengmonsters zijn droog en nat gezeefd op de volgende zeven (conform NEN 2560):

- 63 um
- 125 um
- 250 um
- 500 um
- 1000 um
- 4000 um

Opmerkingen t.a.v. gebruik natte of droge zeping:

\* Bij een natte zeping kunnen metalen oplossen in het spoelwater: de metaalanalyse per fractie zal hierdoor onnauwkeuriger worden. Daarom zijn in eerste instantie droge zepingen uitgevoerd.

- \* Bij een droge zeping kunnen fijnere deeltjes gemakkelijker samenklitten of zich aan grovere deeltjes hechten (dit wordt hier in het microscooponderzoek bevestigd). De zeefanalyse wordt dan minder nauwkeurig. Analyses van de zeeffracties op metalen kunnen daardoor een vertekend beeld van de werkelijkheid opleveren.
- \* Als contrôle op de nauwkeurigheid van de droge zeping, is op grondstroom 1 eveneens een natte zeping uitgevoerd. Deze natte zeping bleek in onverwacht grote mate van de droge zeping af te wijken. Daarom zijn ook op de mengmonsters van de grondstromen 2,3 en 4 natte zepingen uitgevoerd. Op het mengmonster van grondstroom 1 is nog één extra natte zeping (duplo) uitgevoerd.

Ter completering van de zeefkromme zijn via de "pipet" methode (een natte sedimentatie-methode) de fracties  $< 2$   $\mu\text{m}$  en  $< 25$   $\mu\text{m}$  bepaald (zie bijlage 1). Er is geen fractie/microscopisch onderzoek op deze fracties uitgevoerd.

Alle korrelgroottebepalingen zijn zonder voorafgaande destructie van de grond uitgevoerd (organisch materiaal en kalk zijn niet verwijderd).

#### b. analyses.

De volgende monsters zijn geanalyseerd op arseen, cadmium, lood en zink:

- \* de mengmonsters van de vier grondstromen;
- \* de droge zeeffracties van de vier grondstromen;
- \* de natte zeeffracties van grondstroom 1;
- \* het spoelwater van de natte zeping van grondstroom 1.



### 3.3 MICROSCOOPONDERZOEK

De droge zeeffracties zijn onder een microscoop bekeken en gefotografeerd (de foto's bevinden zich in de bij dit rapport behorende bijlage). Per zeeffractie is een schatting gemaakt van het aantal slakdeeltjes.

Er is gebruik gemaakt van de volgende apparatuur:

- \* Olympus TRA (stereomicroscoop)
- \* Olympus CH (helder veld microscoop)
- \* Olympus PM-6 (microscoopcamera)

### 3.4 UITLOOGONDERZOEK

Het uitloogonderzoek is als volgt uitgevoerd:

- \* 40 g mengmonster is gesuspendeerd in 200 ml verdund zoutzuur (pH=3)
- \* de suspensie is gedurende 20 minuten geroerd; met behulp van een titrator is de pH op 3 gehouden.
- \* daarna is de uitloogvloeistof in circa 10 minuten afgefilterd (m.b.v. een 0,45 um filter). De totale contacttijd is dus circa 30 minuten.

Het uitloogonderzoek is uitgevoerd door het IWACO laboratorium te Rotterdam. Hier zijn ook de metaalanalyses op de uitloogvloeistof en het residu uitgevoerd.

## 4 RESULTATEN

### 4.1 FRACTIE- EN MICROSCOPISCH ONDERZOEK

In tabel 1 is een overzicht gegeven van het fractie- en microscopisch onderzoek.

Tabel 1.  
Overzicht fractieonderzoek.

Grond- stroom nr.	Natte Zeving	droge zeving								Bijzonderheden microscopisch onderzoek
		hoeveel- heid (% ds)	hoeveel- heid (% ds)	Geschatte hoeveelh. slakken (%)	arsen Conc. (µg/kg)	cadmium Conc. (µg/kg)	lood Conc. (µg/kg)	zink Conc. (µg/kg)		
1	< 63	38	20	9,4	10	21	21	490	2700	Zeer fijn materiaal: circa 10 µm; Maximaal 40 µm.
	63-125	22	22	19	5	< 10	7,4	180	910	Aan 90% deeltjes zijn kleinere deeltjes gehecht.
	24500 <sup>†</sup> 125-250	31	44	55	5	< 10	5,8	140	700	Aan 90% deeltjes zijn kleinere deeltjes gehecht.
	5 <sup>‡</sup> 250-500	5,2	7,9	11	< 1	10	9,7	300	1100	40-50 % bestaat uit samengeklonterd fijn materiaal.
	500-1000	2,5	1,5	2,1	10	21	25	640	3300	Ca. 20 % bestaat uit samengeklonterd fijn materiaal.
	1000-4000	1,3	1,5	2	20	< 40	87	1800	7700	Ca. 20 % samengeklonterd fijn materiaal;
	> 4000	,3	2,9	,7	?	< 10	30	340	2900	Niet voldoende materiaal voor micr. onderzoek.
	Totaal* **	100,3	99,8	99,16	5	< 11,8	10,1	242	1175	200
2	< 63	18	21	25	< 10	11	280	1700	Ca. 60% deeltjes van 100-120 µm:	
	63-125 <sup>‡</sup>	24	1,0	?	10	12	290	1600	Niet voldoende materiaal voor micr. onderzoek.	
	500 <sup>‡</sup> 125-250	46	56	2	< 10	7,3	180	1000	Veel aangekleefd fijn materiaal	
	250-500	7,2	14	2	18	13	330	1800	Ca. 30 % conglomeraten van fijner materiaal.	
	500-1000	2,3	3,2	12	53	46	1300	5600	Ca. 12 % zand en 75 % plantdelen.	
	1000-4000	1,4	2,6	< 5	94	35	980	4200	Ca. 80 % plant/houtresten.	
	> 4000	,8	2,3	?	11	39	1200	3700	Niet voldoende materiaal voor micr. onderzoek.	
	Totaal* **	99,69	100,06	2	< 14,7	11,6	303	1558	480	2000
3	< 63	21	9,2	10	35	33	700	3700		
	63-125	27	16	20	10	11	640	1400	Veel aangekleefd fijn materiaal	
	2000 <sup>†</sup> 125-250	41	51	1	< 10	11	230	1300	Enkele conglomeraten van fijnere deeltjes.	
	5 <sup>‡</sup> 250-500	7,6	14	10	24	28	630	3200	Ca. 30 % bestaat uit fijnere conglomeraten.	
	500-1000	1,9	3,7	15	44	39	960	4800	Ca. 30 % conglomeraten; 30 % hout/plantdelen.	
	1000-4000	2	4,5	30	31	53	580	4800	Ca. 30 % hout/plantdelen.	
	> 4000	,1	,7	?	< 10	47	420	4500	Niet voldoende materiaal voor micr. onderzoek.	
	Totaal* **	100,60	99,14	5	< 16,4	18,5	437	2102	460	3100
4	< 63	17	9,1	20	41	32	980	4500		
	63-125	20	18	15	< 10	11	340	1500	Nog 10 % deeltjes van 30-40 µm aanwezig.	
	1250 <sup>†</sup> 125-250	45	52	5	15	11	340	1600	Ca. 70 % conglomeraten kleinere deeltjes en	
	5 <sup>‡</sup> 250-500	7,4	14	5	21	14	500	2100	Ca. 30 % conglomeraten fijnere deeltjes.	
	500-1000	3,9	3,4	5	80	36	1500	5500	Ca. 15 % grof zand en 80 % hout/plantdeeltjes.	
	1000-4000	2,8	3,2	20	19	24	710	4300	Ca. 60 % houtdeeltjes.	
	> 4000	2	,5	?	360	21	340	3000	Niet voldoende materiaal voor micr. onderzoek.	
	Totaal* **	98,10	100,15	5	< 21,2	14,7	472	2144	530	2600

\* : Berekend uit de fracties.

\*\* : Werkelijk totaalgehalte.

† : Bij deze fractie is bij de droge zeving waarschijnlijk monster verloren

‡ : Duplo-analyse natte zeving.

Achtereenvolgens is per fractie weergegeven:

- \* hoeveelheid natte zeeffractie;
- \* hoeveelheid droge zeeffractie;
- \* schatting van het percentage slakdeeltjes uit het microscopisch onderzoek (droge zeping);
- \* analyses op zware metalen (As, Cd, Pb en Zn): concentraties in de afzonderlijke droge fracties (in mg/kg ds)
- \* Bijzonderheden t.a.v. het microscopisch onderzoek.

Opmerkingen t.a.v. gebruik natte of droge zeping:

- \* Voor alle vier de grondstromen wijkt de natte zeping aanzienlijk af van de droge zeping. Uit het microscopisch onderzoek op de droog afgezeefde fracties blijkt dat alle grovere fracties vrij veel (aan grovere deeltjes vastgeplakte of samengeklitte) kleinere deeltjes bevatten.

De verdeling van de verontreiniging over de droge zeeffracties geeft dus een vertekend beeld.

De zeefanalyse zoals vermeld in het verwerkingsonderzoekonderzoek (HASKONING/TAUW-rapport), welke is bijvoegd bij de eerste melding aan het SCG, ligt wat betreft de hoeveelheid fijne fractie tussen de in dit onderzoek gevonden waarde voor natte en droge zeping. De twee grofste fracties (125-250 um en > 250um) zijn door HASKONING/TAUW bepaald via een droge zeping; de fijnere fracties (< 125 um) via natte zeping.

In tabel 2 is voor grondstroom 1 gegeven:

- \* hoeveelheid droge zeeffractie;
- \* geschat percentage slakdeeltjes uit het microscopisch onderzoek (droge zeping);
- \* hoeveelheid natte zeeffractie (in duplo);
- \* analyses op zware metalen (As, Cd, Pb en Zn):
  - Concentratie in de afzonderlijke natte fracties (in mg/kg ds)
  - het percentage metaal dat in de betreffende fractie aanwezig is gerelateerd aan de hoeveelheid die in het totale monster aanwezig is (de verontreinigingsvracht).
- \* De "restverontreiniging" in het materiaal > 63 um, berekend met de concentraties aanwezig in de afzonderlijke fracties.

Tabel 2.

Fractie-analyse natte zeving.

Grond- stroom	grootte (µm)	Droge zeving				natte zeving							
		Geschatte		DUPLO		arsen*		cadmium*		lood*		zink*	
		hoeveel- heid	hoeveelh. slakken	hoeveel- heid	hoeveel- heid	Conc.	Vracht	Conc.	Vracht	Conc.	Vracht	Conc.	Vracht
(% ds)	(%)	(% ds)	(% ds)	(mg/kg)	(%)	(mg/kg)	(%)	(mg/kg)	(%)	(mg/kg)	(%)		
1	< 63	9,4	10	38	20	45	90,0	41	82,0	930	93,0	5000	90,9
	63-125	19	5	22	22	< 10	< 22	2,2	4,8	73	8,0	320	6,4
	125-250	55	5	31	44	< 10	< 44	1,8	7,9	52	11,4	250	10,0
	250-500	11	< 1	5,2	7,9	< 10	< 7,9	5,1	4,0	150	5,9	540	3,9
	500-1000	2,1	10	2,5	1,5	20	3,0	11	1,7	300	2,3	1200	1,6
	1000-4000	2	20	1,3	1,5	31	4,7	20	3,0	580	4,4	2400	3,3
	> 4000	,7	?	,3	2,9	< 10	< 2,9	21	6,1	240	3,5	1200	3,2
	Totaal*					< 17,4	< 174	11,0	109,5	257	128,5	1312	119,3
	**	99,80	5	100,27	99,80	< 10		10		200		1100	
	"Rest" in fracties > 63 µm *					< 10,6		3,4		88,9		390,8	

\* : Berekend uit de fracties.

\*\* : Werkelijk totaalgehalte.

\* : Metalen zijn geanalyseerd uit natte zeeffracties van de DUPLO.

Gebruikt voor natte zeving: 102 g grondmonster en 2 l spoelwater.

Metaalanalyse spoelwater: As &lt; 2 µg/l

Cd: 2,3 µg/l

Pb: 58 µg/l

Zn: 530 µg/l

Maximaal effect spoelwater op concentraties in zeeffracties: 0,03 mg/kg ds.

Aangezien de uitspoeling van zware metalen door het spoelwater bij de natte zeving verwaarloosbaar is geeft tabel 2 (natte zeving) een betrouwbaarder beeld van de verdeling van de verontreiniging over de zeeffracties dan tabel 1 (droge zeving). In figuur 1 zijn de concentraties per fractie weergegeven. Tevens zijn in deze figuur de N2-normen uit het Concept-voorontwerp Bouwstoffenbesluit (d.d. 25 april 1989) weergegeven. De verdeling van de verontreinigingsvracht (natte zeving) is in figuur 2 grafisch weergegeven.

4.2 UITLOOGONDERZOEK

De resultaten van het uitloogonderzoek zijn vermeld in tabel 3. Achtereenvolgens wordt per grondstroom en per verontreiniging weergegeven:

- \* concentratie in de verontreinigde grond;
- \* concentratie in de uitloogvloeistof;
- \* concentratie in de uitloogvloeistof omgerekend naar emissie uit de verontreinigde grond;
- \* verontreinigingsvracht in de uitloogvloeistof gerelateerd aan de (ingangs)concentratie van de verontreinigde grond;
- \* restconcentratie van de uitgeloopte grond;
- \* verontreinigingsvracht van de restverontreiniging in het uitgeloopte materiaal, gerelateerd aan de (ingangs)concentratie van de verontreinigde grond;
- \* het totaal van uitloging plus restconcentratie: indien de massabalans sluitend is, is dit gelijk aan de ingangskoncentratie van de verontreinigde grond;
- \* de totale verontreinigingsvracht van uitloging plus restconcentratie gerelateerd aan de ingangskoncentratie van de verontreinigde grond: indien de massabalans sluitend is dient de totale verontreinigingsvracht op 100 % uit te komen.

Tabel 3. Overzicht uitloogproeven.

Grond- stroom	Veront- reini- ging	Verontrei- nigde grond (mg/kg ds)	Uitloogvloeistof ome- rekend naar verwijdering				Totaal uitloging + restgehalte			
			Uitloog- vloeistof (mg/l)	Concentratie (mg/kg ds)	Vracht (%)	Concentr. (mg/kg ds)	Vracht (%)	Concentr. (mg/kg ds)	Vracht (%)	
1	Arseen	< 10	,082	,410	4,1	8,1	81,0	8,51	85,1	
	Cadmium	10	1,2	6,0	60,0	4,3	45,0	10,5	105,0	
	Lood	200	,22	1,1	,8	170	85,0	171	85,6	
	Zink	1100	92	460	41,8	550	50,0	1010	91,8	
2	Arseen	23	,087	,435	1,9	15	65,2	15,4	67,1	
	Cadmium	16	1,4	7,0	43,8	5,2	32,5	12,2	76,3	
	Lood	480	,51	2,6	,5	340	70,8	343	71,4	
	Zink	2000	180	900	45,0	720	36,0	1620	81,0	
3	Arseen	21	,190	,950	4,5	12	57,1	13,0	61,7	
	Cadmium	21	1,5	7,5	35,7	5,1	24,3	12,6	60,0	
	Lood	460	,39	2,0	,4	210	45,7	212	46,1	
	Zink	3100	160	800	25,8	670	21,6	1470	47,4	
4	Arseen	24	,160	,800	3,3	49	204,2	49,8	207,5	
	Cadmium	16	1,5	7,5	46,9	6,2	38,8	13,7	85,6	
	Lood	530	,61	3,1	,6	380	71,7	383	72,3	
	Zink	2600	160	900	34,6	930	35,8	1830	70,4	

## 5 EVALUATIE

Achtereenvolgens wordt ingegaan op:

- A. het fractie- en microscopisch onderzoek;
- B. het uitloogonderzoek;
- C. consequenties voor de praktijkreiniging;

ad. A. t.a.v. het fractie- en microscopisch onderzoek:

\* Uit het microscopisch onderzoek blijkt dat:

- in het algemeen de fractie < 63  $\mu\text{m}$  en de grovere fracties (> 500  $\mu\text{m}$ ) de meeste slakdeeltjes bevatten;
- de fractie 125-250  $\mu\text{m}$  in het algemeen de minste slakdeeltjes bevat.
- in alle fracties in meer of mindere mate slakdeeltjes voorkomen.

\* Bij het microscopisch onderzoek is uitgegaan van schattingen van het percentage slakdeeltjes; in de fijnere fracties waren de slakdeeltjes moeilijker te identificeren als in de grovere fracties.

Meer kwantitative gegevens zijn te verkrijgen met behulp van de röntgen-electronenmicroscopie (REM): via deze techniek kan elk deeltje apart worden aangestraald met een electronenbundel: uit de röntgenfluorescentie-straling kan een semi-kwantitatief gehalte aan As, Cd, Pb en Zn worden bepaald. De slakdeeltjes zijn dan in elk geval zeer eenvoudig te identificeren.

\* Uit de vergelijking van de natte en droge zeping blijkt dat door samenklitting van fijnere deeltjes in de grovere fracties de droge zeping een vertekend beeld geeft. Dit wordt ook door het microscopisch onderzoek bevestigd. Omdat het effect van oplossen van zware metalen in het spoelwater bij de natte zeefanalyses verwaarloosbaar is, geven de natte zeefanalyses in dit specifieke geval een beter beeld.

- \* Uit de natte zeping en fractie-analyse van grondstroom 1 blijkt:
- het grootste deel van de verontreiniging (82 tot 90 % van de verontreinigingsvracht) bevindt zich in de fractie < 63 um; zowel de hogere concentratie in deze fractie als de relatief grote hoeveelheid van deze fractie dragen daartoe bij;
  - de fracties > 500 um bevatten nog relatief hoge concentraties aan verontreinigingen; omdat deze fracties een relatief klein deel vormen van het mengmonster is de bijdrage van deze fractie aan de totale verontreinigingsvracht toch nog vrij klein. Dit beeld komt overeen met het aantal slakdeeltjes per fractie gevonden in het microscopisch onderzoek;
  - in vrijwel alle fracties zijn zink en cadmium tot boven N2-niveau (concept voorontwerp bouwstoffenbesluit) aanwezig;
  - de "restconcentraties" in de fracties > 63 um liggen voor Cd en Zn op circa 35 % van de ingangconcentraties; voor Pb ligt deze op circa 45 %. Bij praktijkreinigingen blijken deze restconcentraties vaak lager te liggen (zie punt C.)

ad. B. t.a.v. het uitloogonderzoek:

- \* De massabalans is niet in alle gevallen sluitend: afwijkingen variëren globaal van 5 tot 54 %; de As-balans van grondstroom 4 bevat zelfs een onnauwkeurigheid van 108 %. Deze onnauwkeurigheden zijn waarschijnlijk te wijten aan:
- gecombineerde onnauwkeurigheden op de laboratoria (BCO en IWACO) m.b.t.:
    - . afgewogen hoeveelheden
    - . monsternamen
    - . analyse-onnauwkeurigheid

- heterogeniteit van de onderzochte monsters: één zinkslakje meer of minder in dat deel van het monster dat daadwerkelijk gedestruëerd en geanalyseerd wordt kan grote invloed hebben op het uiteindelijke resultaat.

\* Rekening houdend met genoemde onnauwkeurigheden van de massabalans kan globaal de volgende indruk van de uitloogbaarheid onder de in paragraaf 4.4. genoemde condities worden verkregen:

- As: 2 tot 5 %
- Cd: 35 tot 60 %
- Pb: 0,4 - 0,6 %
- Zn: 25 - 45 %

ad. C. t.a.v. consequenties voor de praktijkreiniging:

\* Alle fracties bevatten in meer of mindere mate slakdeeltjes; en zijn ook in meer of mindere mate met zware metalen verontreinigd.

Ter optimalisatie van de reiniging zal de reiniger op de een of andere wijze deze slakdeeltjes (ook uit de zandfracties) moeten verwijderen. Hiertoe kan men mogelijk gebruik maken van de volgende technieken:

- gravitatief: mits voldoende verschil in soortelijke massa met zand; gezien de porositeit van de slakken kan dit mogelijkheden bieden;
- floteren: op basis van de verschillende fysische eigenschappen (grensvlakenergie) van zand en slakdeeltjes, echter alleen toepasbaar voor deeltjes < 2 mm; deeltjes > 2 mm kunnen mogelijk gravitatief worden verwijderd ;
- oplossen slakdeeltjes in zuur(/loog) eventueel gecombineerd met een complexvormer (bijvoorbeeld EDTA, fosfaat, glycine);



- de slakdeeltjes kunnen mogelijk d.m.v. een scrubbing (eventueel onder toevoeging van chemicaliën) worden verkleind; zodat deze d.m.v. hydrocyclonage alsnog met het slib kunnen worden afgescheiden en/of sneller in een extractiemiddel (zuur, complexvormers) kunnen oplossen.

\* De "restconcentraties" in de zeeffracties > 63 um liggen relatief hoog. Uit ervaring blijkt echter dat bij praktijkreinigingen, waar hydrocyclonage als voornaamste scheidingstechniek wordt toegepast, de restconcentratie vaak aanzienlijk lager blijkt te zijn dan op grond van het fractie-onderzoek d.m.v. natte zeving kan worden verwacht (zo bleek uit natte zevingen op Dommeldalgrond uit Boxtel de "restconcentratie" in de fractie > 63 um op 60 % van de ingang te liggen, terwijl bij de praktijkreiniging restconcentraties van 13 % t.o.v. de ingangconcentratie goed haalbaar bleken).

De lagere restconcentraties in de praktijk zijn naar alle waarschijnlijkheid te wijten aan:

- de grote schuifkrachten die de deeltjes in de hydrocycloon ondervinden waardoor (eventueel in combinatie met een scrubbing en/of gebruik van chemicaliën):
  - . een efficiëntere fractie-scheiding wordt uitgevoerd dan alleen door middel van natte zeving (geen vastgeklitte fijne deeltjes in de grove fracties);
  - . grotere verontreinigde deeltjes worden verkleind en vervolgens met de fijne fractie afgescheiden en/of opgelost in het proceswater.
- de aanwezigheid van een deel van de zware metalen in grovere organische materialen, welke in het algemeen via een gravitatieve scheiding worden afgescheiden.

\* door slibscheiding (afscheiding van de fractie < 63 um) kan al 82 tot 90 % van de verontreinigingsvracht worden afgescheiden (zie fractie onderzoek). Arseen en lood zullen dan naar verwachting reeds onder de N2-norm

zitten. Juist de "probleem" metalen cadmium en zink (vanwege de relatief hoge gehalten) blijken redelijk goed uitloogbaar te zijn met verdund zoutzuur (pH=3). Deze uitloogbaarheid is wellicht nog te verhogen door:

- verdere pH-verlaging (kosten?)
- hogere verblijftijd in de installatie (kosten?)
- via een mechanische bewerking (bijv. scrubben) de slakdeeltjes verkleinen zodat deze makkelijker oplossen en/of alsnog via het slib worden afgescheiden.
- werken met een verhoogd zoutgehalte in het proceswater: Cd en Zn vormen chloride-complexen en zullen daarom in een zout-oplossing waarschijnlijk gemakkelijker oplossen. Bovendien kan uitwisseling met het kation (Na of Ca) de oplosbaarheid bevorderen (is "zoute" grond echter nog bruikbaar?).
- werken met een andere complexvormer (EDTA, fosfaat, glycine etc.).

## 6 CONCLUSIES

1. In vrijwel alle fracties zijn slakdeeltjes in meer of mindere mate aanwezig.
2. De meeste slakdeeltjes zijn aanwezig in de fracties < 63 um en > 500 um.
3. In dit specifieke geval geeft een natte zeping een veel beter beeld van de verontreinigingsverdeling over de fracties dan een droge zeping.
4. De concentraties aan zware metalen zijn het hoogst in de fractie < 63 um en in de fracties > 500 um (natte zeping) en zijn dus op dezelfde wijze over de zeeffracties verdeeld als het geschatte percentage slakdeeltjes (dit onderzoek is alleen voor grondstroom 1 uitgevoerd).
5. In vrijwel alle fracties van de natte zeping in grondstroom 1 zijn zink en cadmium tot boven N2-niveau (concept voorontwerp bouwstoffenbesluit) aanwezig.
6. De concentraties cadmium en zink in de natte zeeffracties > 63 um van grondstroom 1 bedragen circa 35 % van de ingangconcentratie; voor lood bedraagt deze concentratie circa 45 % van de ingangconcentratie (bij praktijkreinigingen worden d.m.v. cyclonage en scrubbing in het algemeen lagere restconcentraties in de fractie > 63 um gehaald dan alleen d.m.v. een natte zeping).
7. Om tot een goed reinigingsresultaat te komen dient de reiniger te beschikken over technieken om de slakdeeltjes ook uit de zand-fracties te verwijderen.

8. Bij uitloging van de verontreinigde grond uit Budel met verdund zoutzuur, pH=3, verhouding grond:uitloogvloeistof 1:5, gedurende 30 minuten:

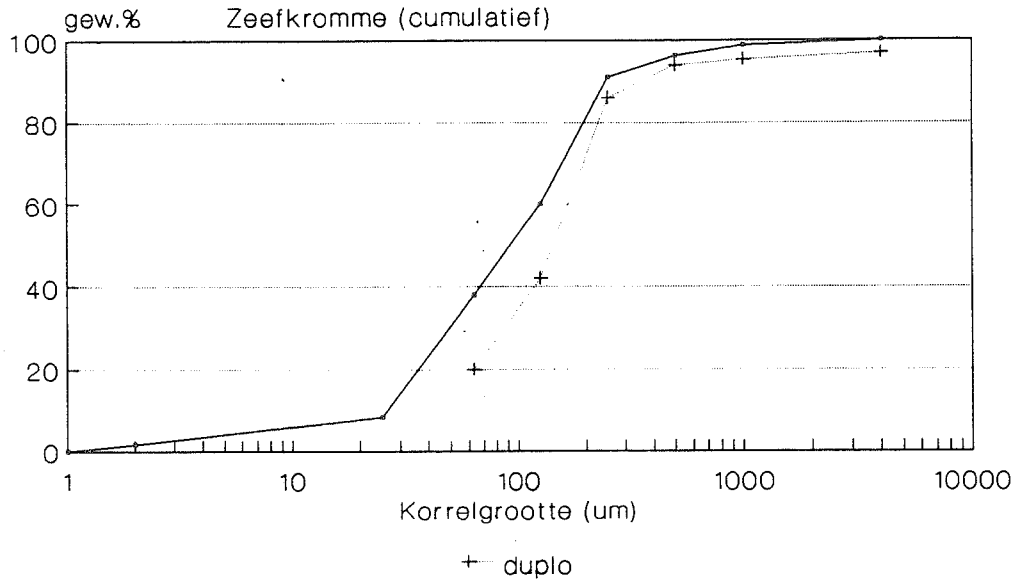
- \* blijken arseen en lood nauwelijks uit te logen;
- \* blijken zink en cadmium tot 25 - 45 % respectievelijk tot 35 - 60 % van de ingangconcentratie uit te logen.

7 AANBEVELINGEN

1. Om te verifiëren of het verkregen verontreinigingsbeeld voor grondstroom 1 ook van toepassing is op de overige grondstromen verdient het aanbeveling ook de natte zeef-fracties van deze mengmonsters op zware metalen te analyseren.
  
2. Ter verificatie van de aanname dat de zware metalen zich hoofdzakelijk in de slakdeeltjes, slib en organisch materiaal bevinden zou men de natte zeeffracties via röntgen-electronenmicroscopie (REM) kunnen onderzoeken. Via deze onderzoekstechniek kan elk apart deeltje semi-kwantitatief op zware metalen worden geanalyseerd.
  
3. Teneinde meer inzicht te krijgen welke reinigingsresultaten in de praktijk haalbaar zijn, is het noodzakelijk enkele combinaties van proeven (met name gericht op het verwijderen van slakdeeltjes) op lab- en/of semi-praktijkschaal uit te voeren. Mogelijkheden zijn onder andere:
  - \* fractie scheiding d.m.v. hydrocyclonage;
  - \* andere gravitatieve scheidingen;
  - \* flotatie-scheidingen;
  - \* bovenstaande gecombineerd met één of meerdere scrub-technieken en variatie van procesomstandigheden als:
    - pH van het proceswater;
    - zoutlast van het proceswater;
    - gebruik van complexvormers;
    - verblijftijd.



## Grondstroom 1 Budel Dorplein Natte zieving



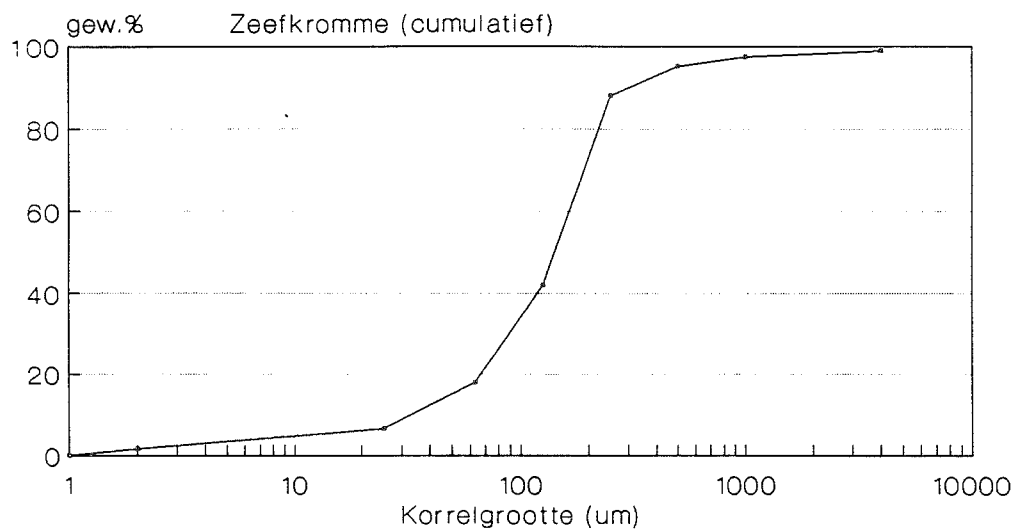
## Grondstroom 1 Budel Dorplein Natte zieving

zeeffractie um	percentage cumulatief % m/m
< 2	1.6
< 25	8.4
< 63	38.0
63 - 125	60.0
125 - 250	91.0
250 - 500	96.2
500 - 1000	98.7
1000 - 4000	100.0
> 4000	100.3

## Duplo

zeeffractie um	percentage cumulatief % m/m
< 2	-
< 25	-
< 63	20.0
63 - 125	42.0
125 - 250	86.0
250 - 500	93.9
500 - 1000	95.4
1000 - 4000	96.9
> 4000	99.8

## Grondstroom 2 Budel Dorplein Natte zeping

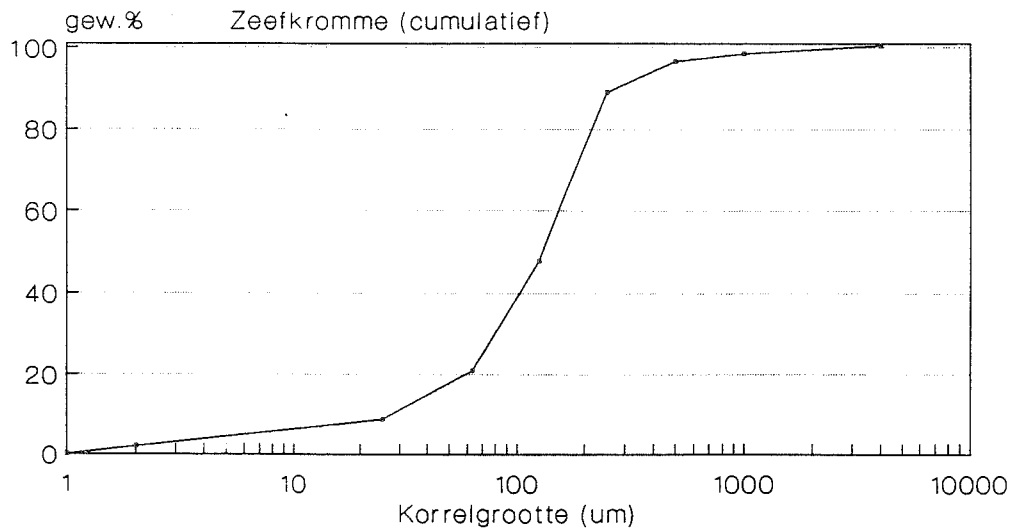


## Grondstroom 2 Budel Dorplein Natte zeping

zeeffractie um	percentage cumulatief % m/m
< 2	1.6
< 25	6.7
< 63	18.0
63 - 125	42.0
125 - 250	88.0
250 - 500	95.2
500 - 1000	97.5
1000 - 4000	98.9
> 4000	99.7



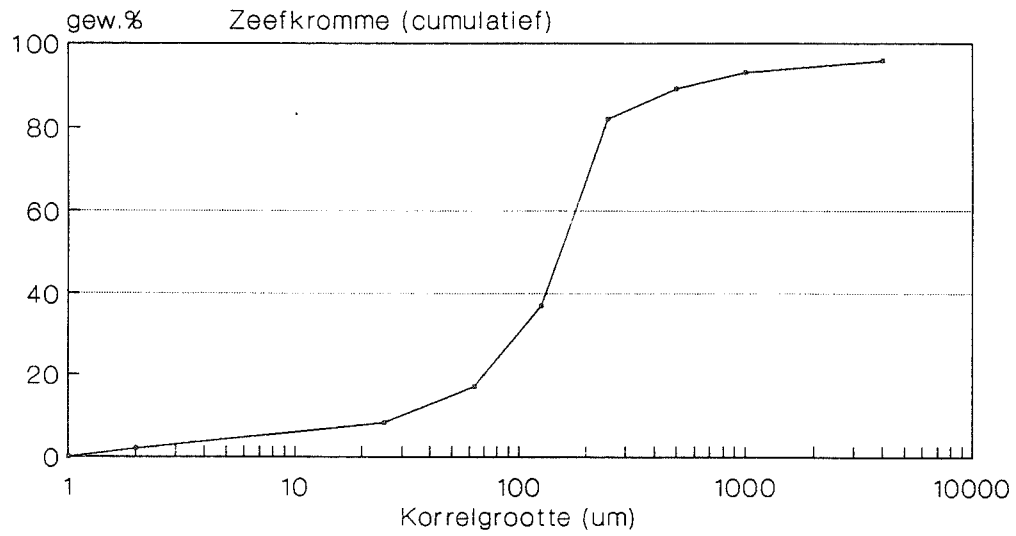
## Grondstroom 3 Budel Dorplein Natte zeping



## Grondstroom 3 Budel Dorplein Natte zeping

zeef fractie um	percentage cumulatief % m/m
< 2	2.0
< 25	8.8
< 63	21.0
63 - 125	48.0
125 - 250	89.0
250 - 500	96.6
500 - 1000	98.5
1000 - 4000	100.5
> 4000	100.5

Grondstroom 4  
Budel Dorplein  
Natte zieving



Grondstroom 4  
Budel Dorplein  
Natte zieving

zeef fractie um	percentage cumulatief % m/m
< 2	1.9
< 25	8.2
< 63	17.0
63 - 125	37.0
125 - 250	82.0
250 - 500	89.1
500 - 1000	93.0
1000 - 4000	95.8
> 4000	97.8

