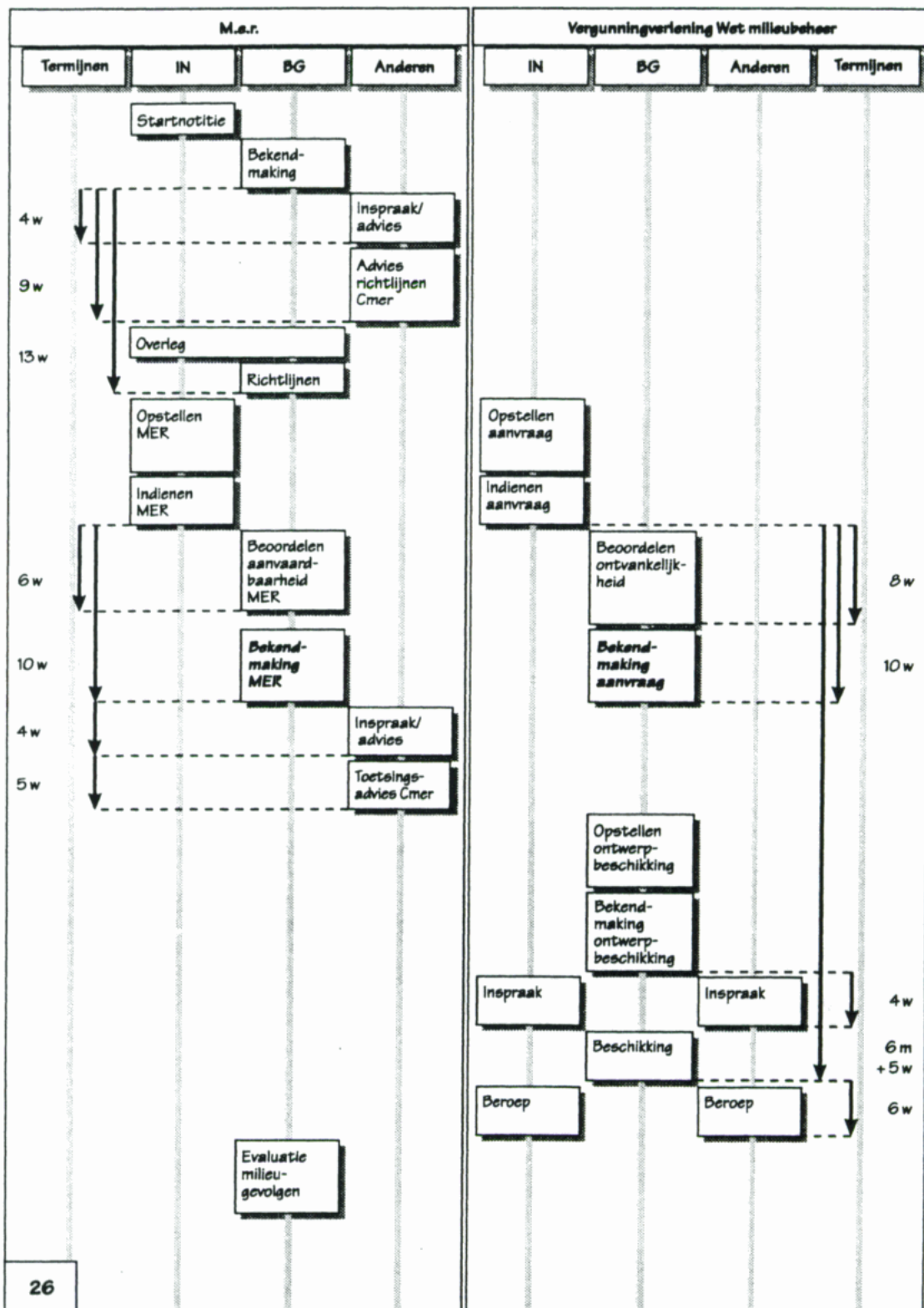


Bijlagen MER

- Bijlage 1: Overzicht m.e.r.-procedure en vergunningprocedure
- Bijlage 2: Strekking Beleidsstandspunt verwijdering baggerspecie
- Bijlage 3: Boorprofielen
- Bijlage 4: Locatie peilbuizen
- Bijlage 5: Verloop van de grondwaterpotentialen
- Bijlage 6: Transport en handling van de specie;
- Bijlage 7: Analyses grondwater in de twee peilbuizen
- Bijlage 8: Waterbalansen isolatiealternatieven
- Bijlage 9: Stoffenbalansen isolatiealternatieven
- Bijlage 10: Droge en natte specie: voor- en nadelen
- Bijlage 11: Methode analytische verspreidingsberekening
- Bijlage 12: Indicatie kwaliteit baggerspecie in de Oude IJssel
- Bijlage 13: Speciekwaliteit verschillende waterbeheerders in Gelderland
- Bijlage 14: Overzichtstabel locatiekeuze MER Drempt I
- Bijlage 15: Eisen aan ecologische verbindingzone langs de Oude IJssel
- Bijlage 16: Fluxberekeningen speciedepot Drempt, Waterloopkundig laboratorium, juni 1997
- Bijlage 17: Aanvullende fluxberekeningen speciedepot Drempt, Waterloopkundig laboratorium, juni 1997
- Bijlage 18: Beschrijving grondwatermodel Waterschap Rijn en IJssel
- Bijlage 19: Gasvorming in baggerspecie
- Bijlage 20: Koppeling tussen MER en Richtlijnen

Schema met de procedure voor de milieu-effectrapportage.



Bijlage 2 **Strekking Beleidsstandpunt verwijdering baggerspecie**

1.1 **Algemeen**

Het bevoegd gezag zal de te treffen emissiebeperkende voorzieningen toetsen aan het "Beleidsstandpunt verwijdering baggerspecie (VROM/V&W, 1993)". In dit beleidsstandpunt zijn in deel 2 richtlijnen voor baggerspeciéstortplaatsen neergelegd in de vorm van doelvoorschriften aan de maximale belasting van de bodem.

Verspreiding van verontreinigende stoffen door advectief transport of diffusie zal, ook na isolatie, niet volledig kunnen worden vermeden. Daarom moeten volgens het ALARA-principe die maatregelen worden getroffen die redelijkerwijs kunnen worden gevegd om negatieve gevolgen tegen te gaan. Hiertoe moeten de volgende drie uitgangspunten, in samenhang, worden gehanteerd.

- 1 emissies moeten door middel van het treffen van IBC-maatregelen worden geminimaliseerd;
- 2 de inherente veiligheid moet worden gegarandeerd, zodat ook op lange termijn de emissie minimaal is;
- 3 de gevolgen van restemissies moeten worden geminimaliseerd door middel van locatiekeuze.

Ad 1: Minimaliseren emissies

Isolatie

Emissies die leiden tot overschrijding van de streefwaarden in de directe omgeving van het depot moeten conform het ALARA-principe op de best mogelijke wijze worden tegengegaan, tenzij dit redelijkerwijs niet kan worden gevegd. Voor de te treffen isolatievoorzieningen moeten doelvoorschriften worden geformuleerd.

Hierbij is een stapsgewijze benadering van toepassing:

Stap 1

Toetsing van de kwaliteit van het uittredende poriënwater aan de **streefwaarden** grondwater. Voor die stoffen, waarbij geen overschrijding plaatsvindt, kan een nadere beschouwing achterwege blijven. Wanneer voor geen enkele verontreinigende stof overschrijding van streefwaarden grondwater plaatsvindt, zijn geen verdere isolatievoorzieningen vereist. Voor stoffen waarbij de streefwaarden worden overschreden, dient stap 2 te worden uitgevoerd.

Stap 2

Toetsing van de emissie uit de baggerspeciéstortplaats aan de **toelaatbare flux**. De flux is de 'stroom' verontreinigingen die de grens tussen de verontreinigde baggerspecie en de 'omgeving' passeert. Voor de toelaatbare flux worden in het Beleidsstandpunt eveneens richtlijnen gegeven. Zonodig dienen verschillende varianten en/of locaties in beschouwing te worden genomen. Indien het niet mogelijk is om ook met isolatie aan de fluxbeperking te voldoen, volgt stap 3.

Stap 3

Conform het ALARA-beginsel dient de emissie zo goed mogelijk te worden gereduceerd, zowel in de consolidatiefase als daarna:
ontwerpeis voor het tegengaan van advectief transport na de consolidatiefase:
reductie tot 2 mm advectief transport per jaar;

- diffusief transport, zo mogelijk, beperken.

Voor de getalsmatige invulling van de streefwaarden en fluxen wordt verwezen naar tabel 1 op de laatste pagina van deze bijlage.

Beheersing

- isolerende voorzieningen moeten in goede staat worden gehouden, en zo nodig vervangen. Indien dit niet mogelijk is moeten vervangende maatregelen worden getroffen;
- het moet mogelijk zijn maatregelen te treffen als door onvoorziene omstandigheden grotere verspreiding van verontreiniging buiten de stortplaats is opgetreden dan vooraf was voorzien;
- het baggerspecie dient terugneembaar te zijn.

Controle

- de isolerende voorzieningen die worden aangebracht en isolerende maatregelen dienen zowel tijdens de aanleg als op lange termijn te worden gecontroleerd op deugdelijkheid en goede werking;
- de wijze van aanleg van isolerende voorzieningen dient te worden gecontroleerd;
- het omringende milieu (grond- en oppervlaktewater) dient te worden gecontroleerd om te kunnen vaststellen in welke mate verspreiding van de verontreiniging buiten de stortplaats optreedt. In dit verband dient ook een nulsituatie-onderzoek plaats te vinden.

Ad 2: Inherente veiligheid

De inherente veiligheid van het depot is op twee manieren te realiseren:

- door de wijze van inrichten;
- door de keuze van de locatie.

Wijze van inrichten:

- de hoeveelheid baggerspecie per oppervlakte-eenheid dient zo groot mogelijk te zijn;
- de doorlatendheid van de specie dient minimaal te zijn;
- horizontale compartimentering (meest verontreinigde specie in het midden van het depot) verdient aanbeveling;
- gereduceerde omstandigheden in het depot dienen te worden nagestreefd.

Wat betreft lokale omstandigheden bestaat voorkeur voor:

- de aanwezigheid van een aaneengesloten laag van voldoende dikte met een doorlatendheid kleiner dan van de baggerspecie;
- locaties waar het verticaal stijghoogteverschil van nature klein is;
- locaties waar het eerste watervoerend pakket een geringe stroomsnelheid en geringe dikte heeft.

Ad 3: Richtlijn toelaatbaar beïnvloed gebied

Gebied waarbinnen de streefwaarden grondwater worden overschreden na een periode van 10.000 jaar. Voor de grootte van het toelaatbaar beïnvloed gebied is een gebied met een inhoud ter grootte van de inhoud van het depot richtinggevend.

Invulling

Als worst-case benadering kan ervan uit worden gegaan dat de streefwaarden en de toelaatbare flux zullen worden overschreden en IBC-maatregelen nodig zijn. Bij het vaststellen van de maatregelen wordt dan het ALARA-principe gehanteerd.

Het ALARA-principe wordt als volgt vertaald:

- de te nemen maatregelen moeten uitvoerbaar zijn;
- de maatregelen moeten passen binnen het door de vergunningverlener uitgestippelde beleid, en mogen geen op voorhand te voorziene procedurele moeilijkheden veroorzaken.

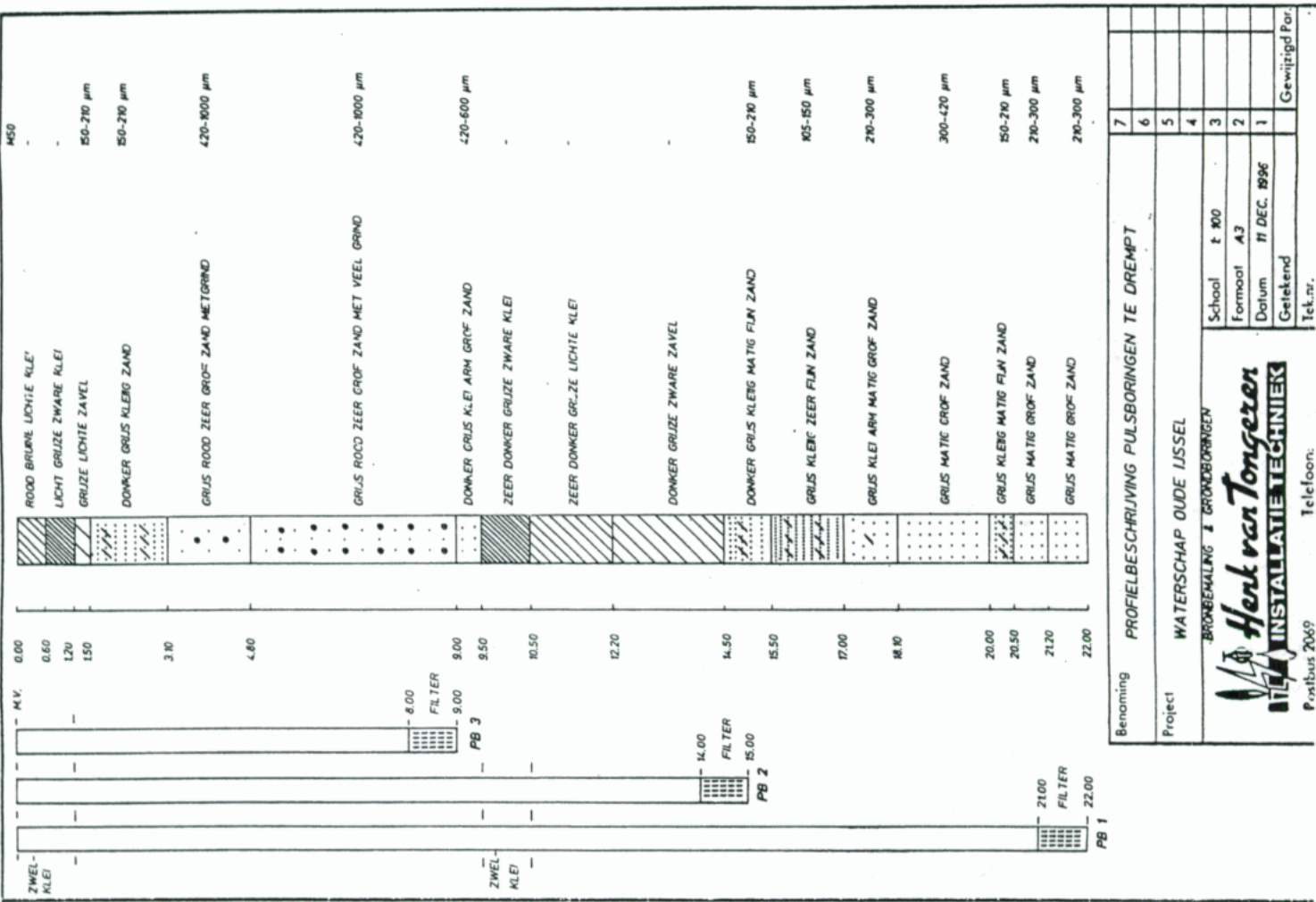
In hoofdstuk 9 van het MER is, door middel van een aantal berekeningen, onderzocht of met de voorgestelde voorzieningen aan de toelaatbare flux kan worden voldaan, en hiermee aan de randvoorwaarden die in het Beleidsstandpunt zijn geformuleerd.

Tabel 1: Streefwaarden en fluxen beleidsstandpunt

Parameter	streefwaarde grondwater. μ g/l	emissie (g/ha.j)
As	10	4
Cd	0,4	0,1
Cr	1	15
Co	20	3
Cu	15	5
Pb	15	10
Hg	0,05	0,04
Mo	5	1,5
Ni	15	5
Sn	10	3
Zn	65	20

Parameter	streefwaarde grondwater. ng/l	emissie (mg/ha.j)
naftaleen	100	200
anthraceen	20	40
fenantreen	20	40
fluorantheen	5	10
benzo(a)anthraceen	2	4
chryseen	2	4
benzo(k)fluorantheen	1	2
benzo(a)pyreen	1	2
benzo(ghi)peryleen	2	0,4
indeno(123cd)pyreen	0,4	0,8
indiv. chloorbenzenen	10	20
PCB's	-	-
aldrin	dl	-
dieldrin	0,02	0,04
endrin	dl	-
a-HCH	dl	-
b-HCH	dl	-
c-HCH	0,02	0,4
benzeen	200	400
tolueen	200	400

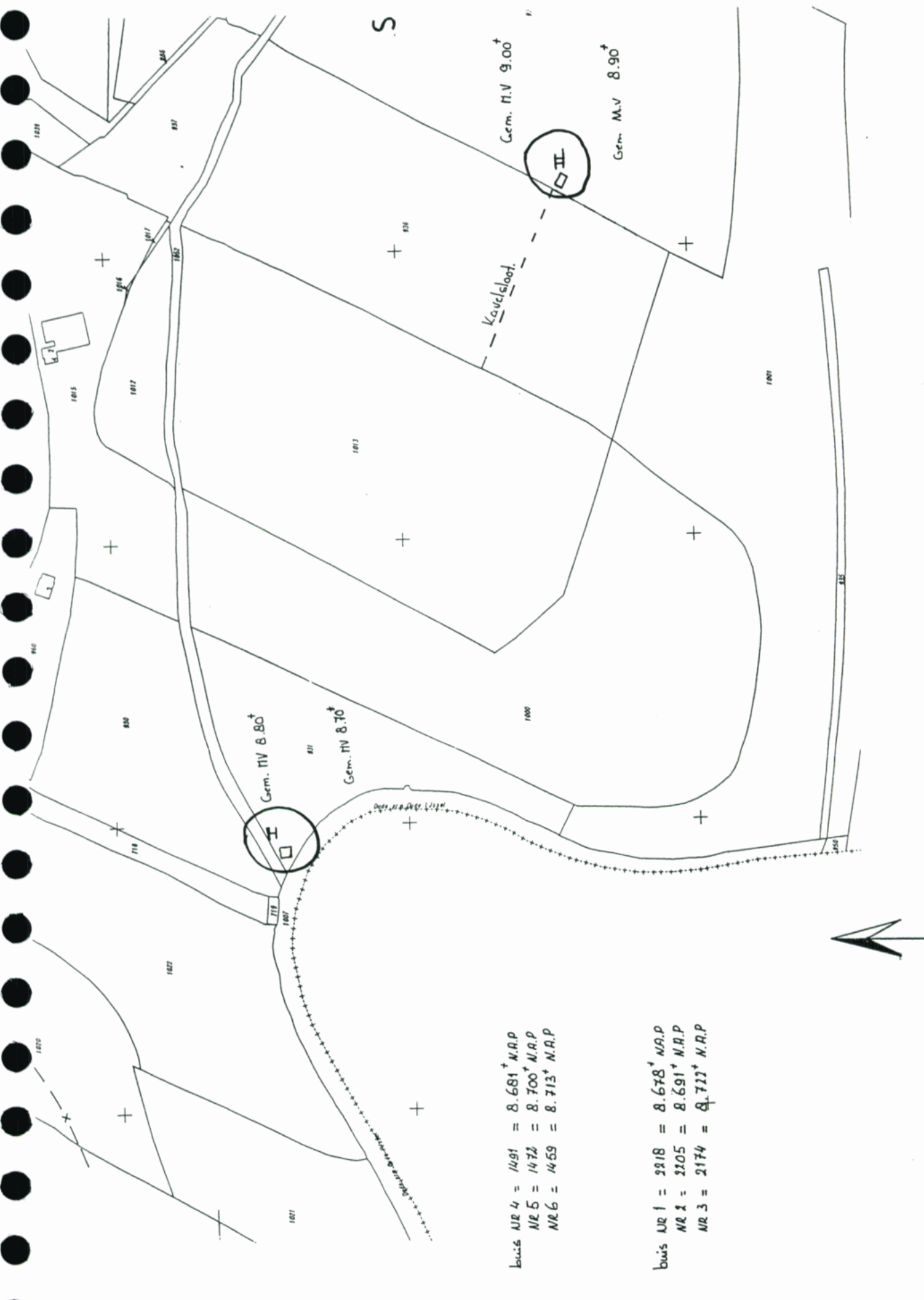
Bijlage 3 Boorprofielen



Benaming	PROFIELBESCHRIJVING PULSBORINGEN TE DREMPT						
Project	WATERSCHAP OUDE IJSSEL						
	BORINGEN 1 GRONDORINGEN						
	School	1	2	3	4	5	6
	Formaat	A3					
	Datum	11 DEC. 1996					
	Getekend						
	Gewijzigd Por.						

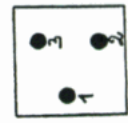
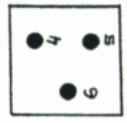
Heek van Tongeren
INSTALLATIETECHNIEK
 Postbus 2069
 IJsselstein
 Tel. nr. _____

Bijlage 4 Locatie peilbuizen



basis NR 4 = 1491 = 8.681⁺ N.R.P.
 NR 5 = 1472 = 8.700⁺ N.R.P.
 NR 6 = 1459 = 8.713⁺ N.R.P.

basis NR 1 = 2118 = 8.678⁺ N.R.P.
 NR 2 = 2105 = 8.691⁺ N.R.P.
 NR 3 = 2174 = 8.722⁺ N.R.P.



I

II

Waterschap Rijn en IJssel

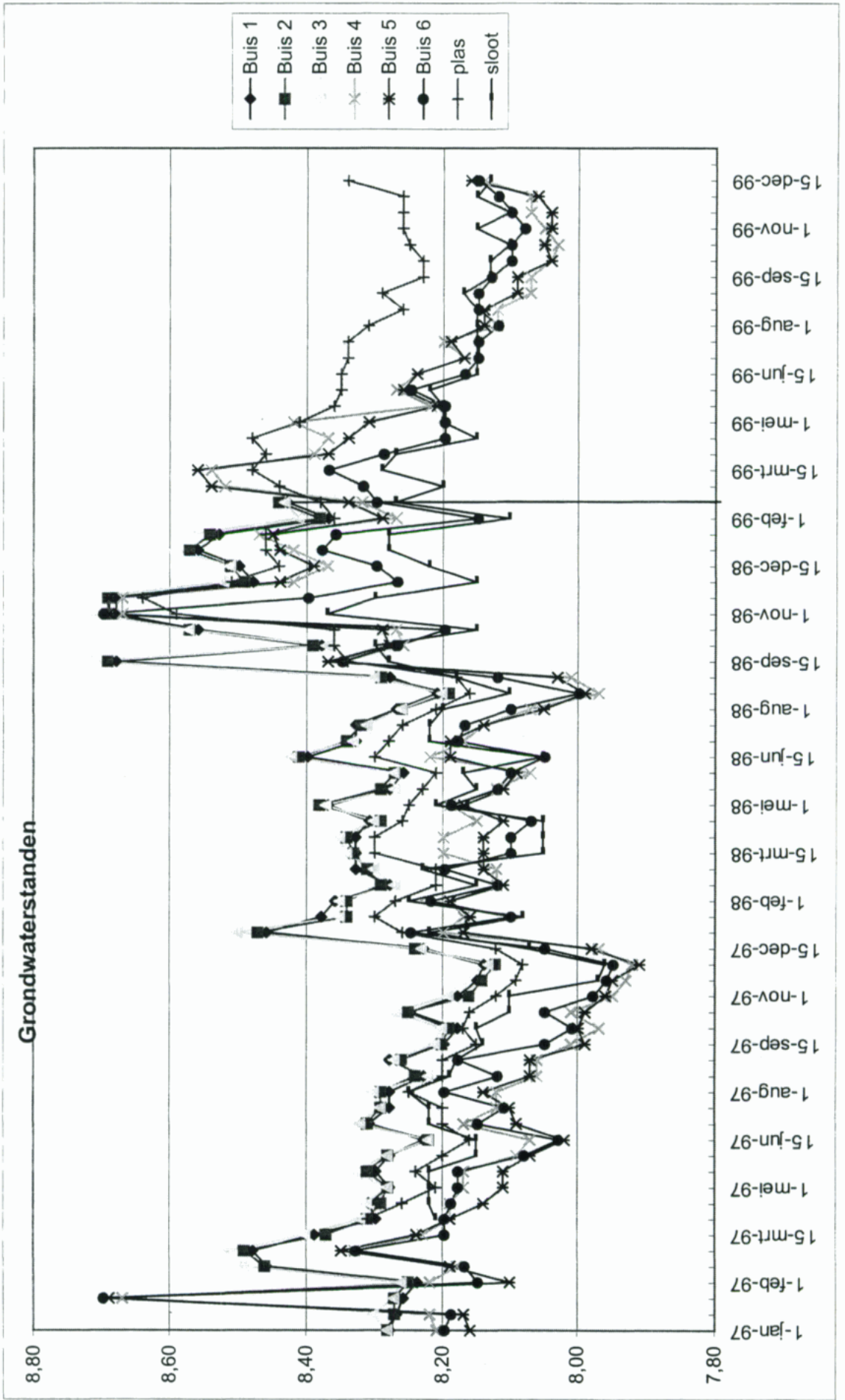
Grond Water stauds buizen
 Depot Wijdoro te Daemp



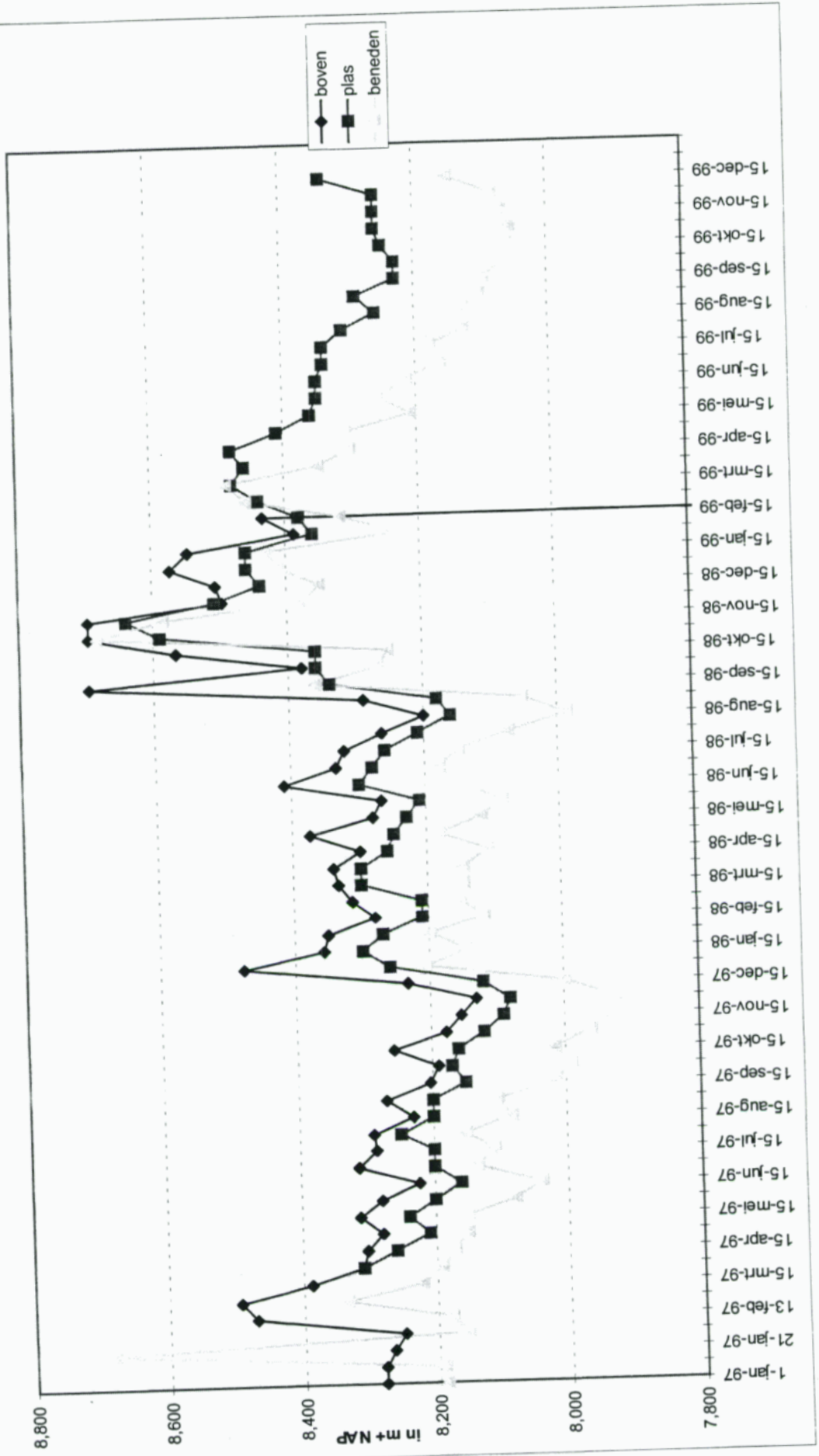
Bijlage 5

**Verloop van de grondwater-
potentialen**

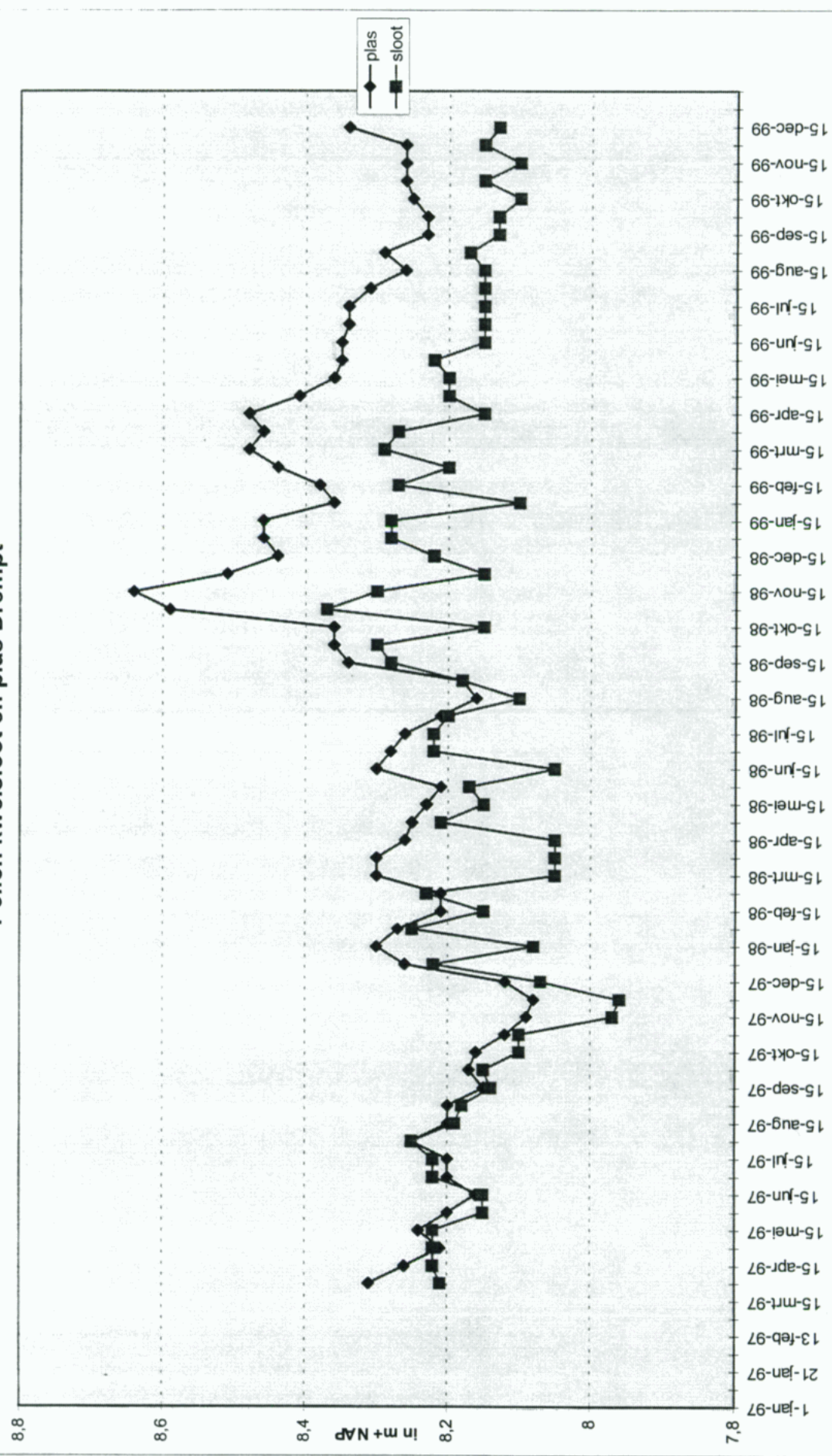
Grondwaterstanden



Gemiddelde grondwaterstand per buis plas Drempt



Peilen kwelsloot en plas Drempt



1.1 Handling specie en inzet van materieel in de huidige situatie

De werkzaamheden op de TOP, het scheiden van baggerspecie in een zand- en een slibfractie en het afvoeren van het zand, vinden als volgt plaats:

bakkenzuiger (op de kade) → uitstorten in container met grofvuilrooster → jetwaterpomp voor verpompen naar zanddepot → bulldozer voor weggraven zand bij spuitmond en profileren zanddepot → shovel en mobiele kraan voor beladen vrachtwagens zandafvoer → zandafvoer

In de onderstaande tabel B6.1 is het materieel dat in de huidige situatie op de TOP in bedrijf is, opgesomd.

Tabel B6.1 Materieel huidige situatie

bron	bronvermogen	aantal draai-uren per werkdag
bakkenzuiger	110	12
jetwater-pomp	105	12
bulldozer	105	8
shovel	105	8
mobiele kraan	102	8
vrachtwagens zandafvoer	105	50 bewegingen/dag

De geluidbelasting die gepaard gaat met de bovenstaande werkzaamheden is in een akoestisch onderzoek bepaald. Zie voor de resultaten hiervan hoofdstuk 10 van het hoofdrapport.

1.2 Handling specie en inzet van materieel variant 'alleen steekvaste specie inbrengen' (situatie 2 uit het akoestisch onderzoek)

Hieronder wordt ingegaan op de situatie na april 2003, als de TOP is ontmanteld en de handling van de specie plaats vindt via het werkkerrein. De situatie tussen het van kracht worden van de nieuwe vergunning en april 2003 wordt in de daarna volgende paragrafen besproken.

Bij de variant 1 voor de toekomstige situatie wordt alleen steekvaste specie ingebracht.

Het grootste gedeelte van het transport naar Drempt van de specie vindt plaats per schip. De omvang van de schepen die de locatie kunnen bereiken is beperkt door de sluis bij Doesburg. De locatie Drempt kan worden bereikt met schepen van scheepvaartklasse 2, met een laadvermogen van ongeveer 500 ton.

Een klein gedeelte van het transport naar Drempt van de specie vindt plaats per vrachtwagen. Het betreft voornamelijk kleine partijen specie afkomstig van locaties die niet aan vaarwater liggen.

Uitgaande van een exploitatieperiode van 10 jaar en een depotinhoud van 900.000 m³, moet er gemiddeld per jaar 90.000 m³ specie worden aangevoerd. Als worst case situatie voor de geluidberekeningen wordt echter uitgegaan van een specie-aanvoer van 200.000 m³/jaar. Met deze aanvoer zou de put in minder dan 5 jaar volgestort kunnen worden. Er moet dan grofweg gemiddeld 1000 m³ specie per werkdag worden 'afgehandeld' op de locatie.

Bij het afhandelen van 1000 m³ specie per dag en schepen met een capaciteit van 500 m³, zullen er gemiddeld per dag 2 schepen aanvaren en worden gelost. Het lossen van een schip duurt gemiddeld ongeveer een halve dag. De specie wordt uit het schip overgeslagen naar het werkterrein. Van daar uit wordt de steekvaste specie met dumpers naar de put gebracht. In de put zal een set pontons of een baileybrug worden neergelegd. De dumpers kunnen de baileybrug oprijden en aan het einde de specie in de put storten. Deze werkwijze kan als volgt schematisch worden weergegeven:

vaste (overslag)kraan (K) (op de kade) → dumpers (D) (twee stuks) → opslag op het werkterrein → mobiele kraan (M) → dumpers (D) (twee stuks) → storten vanaf pontons of baileybrug

De pontons of de baileybrug zullen regelmatig worden verplaatst, zodat er steeds op een andere plaats wordt gestort.

Er wordt vanuit gegaan dat er gedurende maximaal 20 dagen per dag ook specie per as wordt aangevoerd. Deze aanvoer betreft op die dagen 1000 m³/dag. Hiervoor zijn 67 vrachtwagens nodig.

Er wordt van uit gegaan dat de vrachtwagens die specie over de weg aanvoeren, voor de helft uit het westen en voor de helft uit het oosten komen. De vrachtwagens rijden direct de baileybrug of pontons op en lossen daar hun lading.

Om alleen steekvaste specie in te brengen is het volgende materieel nodig:

Tabel B6.2 Materieel toekomstige situatie variant 1 (situatie 2 uit het akoestisch onderzoek)

bron	bronvermogen	aantal draai-uren per werkdag
vaste kraan	102	12
dumpers (2)	105	12
mobiele kraan	102	12
dumpers (2)	105	12
vrachtwagens specie-aanvoer per as	105	134 bewegingen/ dag

1.3 Handling specie en inzet van materieel variant 'steekvast én hydraulisch inbrengen van de specie' (situatie 3 van het akoestisch onderzoek)

Bij de tweede variant voor de toekomstige situatie wordt steekvaste én natte specie ingebracht. Naast het materieel dat wordt gebruikt voor het inbrengen van steekvaste specie, wordt tevens materieel ingezet voor een gedeelte van de specie dat hydraulisch wordt ingebracht.

Er wordt vanuit gegaan dat er in de gehele exploitatieperiode maximaal 150.000 m³ specie hydraulisch wordt ingebracht. Dit is dus maar een klein deel van het totale volume.

Het eerste jaar wordt alleen steekvaste specie ingebracht. Dan wordt namelijk de specie uit de TOP verwerkt. Pas vanaf het tweede jaar zal tevens hydraulisch specie worden ingebracht in de put Drempt.

Bij het hydraulisch inbrengen van de specie wordt de specie via een vaste overslagkraan uit het schip in een verdringerpomp gebracht. Vanuit de verdringerpomp wordt de specie vervolgens via de leiding in de put gestort. Dit kan schematisch als volgt worden weergegeven:

vaste (overslag)kraan (K) → verdringerpomp (VP) (storten via leiding in plas)

Tegelijkertijd kan steekvaste specie **vanaf het werkterrein** worden ingebracht in de put (Er worden geen schepen met steekvaste specie gelost, omdat de vaste kraan aan de wal 'bezet' is). Bij het transport vanaf het werkterrein wordt dezelfde methode gehanteerd als reeds bij variant een beschreven. Dit ziet er schematisch als volgt uit:

opslag op het werkterrein → mobiele kraan (M) → dumpers (D) (twee stuks)
→ storten vanaf pontons of baileybrug

Om zowel steekvaste als hydraulisch specie in te brengen is het volgende materieel nodig:

Tabel B6.3 Materieel toekomstige situatie, variant 2 (situatie 3 van het akoestisch onderzoek)

bron	bronvermogen	aantal draai-uren per werkdag
vaste kraan	102	12
verdringerpomp	90	12
mobiele kraan	102	12
dumpers (2)	105	12
vrachtwagens specie-aanvoer per as	105	134 bewegingen/ dag

1.4 Inzet van materieel bij de aanlegwerkzaamheden (situatie 1 van het akoestisch onderzoek)

Voorafgaand aan het storten van verontreinigde specie wordt een isolatielaag op de bodem van de plas aangelegd. Deze laag bestaat uit specie of klei die aan bepaalde eisen voldoet.

De aanleg van de isolatielaag vindt plaats door het storten van geschikt materiaal vanaf een ponton op de bodem van de plas. In het akoestisch onderzoek is ervan uitgegaan dat het materiaal gelijktijdig met het aanbrengen van de laag per schip wordt aangevoerd op de locatie.

Hierbij wordt de volgende werkwijze gevolgd:

vaste (overslag)kraan (K) → dumpers (D) (twee stuks) → mobiele kraan langs oever (M) → sleep-duwbootje (SD) → kraan op ponton (KP)

De mobiele kraan staat op een vaste plek langs de oever. Echter, de kraan op ponton moet de hele plas bestrijken, en deze wisselt dus over de hele plas van plaats. Het sleep-duwbootje vaart steeds naar de kraan op het ponton.

Tabel B6.4 Materieel aanlegwerkzaamheden (situatie 1 van het akoestisch onderzoek)

bron	bronvermogen	aantal draai-uren per werkdag
vaste kraan	102	12
dumpers (2)	105	12
mobiele kraan	102	12
sleep-duwbootje	102	12
kraan op ponton	102	12

1.5 inzet van materieel in de overgangsfase tussen vergunningverlening en april 2003

In de overgangsperiode tussen het van kracht worden van de nieuwe vergunning en het ontmantelen van de TOP zal de inzet van materieel uit de verschillende bovenbeschreven werkzaamheden plaatsvinden.

1. er zal aanvoer van specie bij de TOP en zandscheiding plaatsvinden (zoals beschreven bij huidige situatie);
2. er zullen aanlegwerkzaamheden plaatsvinden (situatie 1 in het akoestisch onderzoek);
3. en er zal specie in de put worden gestort, zoals beschreven bij variant 1 (situatie 2 uit het akoestisch onderzoek). In de overgangsperiode zal met name (ontwaterde) specie uit de TOP in de put worden gestort. Het is ook mogelijk dat op dat moment al (ontwaterde) specie van elders wordt aangevoerd die ook (via tussenopslag) wordt gestort in de put.

Het zal voorkomen dat de werkzaamheden onder punt 1 en 2 zich tegelijkertijd voordoen, en het kan voorkomen dat de werkzaamheden onder punt 1 en 3 zich tegelijkertijd voordoen. Uit het akoestisch onderzoek blijkt dat de aanlegwerkzaamheden een kleinere geluidbelasting met zich meebrengen dan het storten van specie in de put. De combinatie van de werkzaamheden 1 en 3 uit het bovenstaande lijstje is dus voor geluid de meest ongunstige situatie in de overgangsperiode.

De werkzaamheden kunnen dan als volgt worden geschematiseerd:

bakkenzuiger (op de kade) → uitstorten in container met grofvuilrooster → jetwaterpomp voor verpompen naar zanddepot → bulldozer voor weggraven zand bij spuitmond en profileren zanddepot → shovel (of mobiele kraan) voor beladen vrachtwagens met zand → zandafvoer

vaste (overslag)kraan (K) (op de kade) → dumpers (D) (twee stuks) → tussenopslag op de TOP - mobiele kraan (M) voor beladen dumpers met ontwaterde specie op TOP → dumpers (D) → storten vanaf pontons of baileybrug

Tegelijkertijd kan ook aanvoer van specie per as plaatsvinden. Er wordt voor gezorgd dat het totale aantal vrachtwagenbewegingen van zandafvoer plus specieaanvoer niet groter wordt dan de 134 bewegingen waarvan uitgegaan is in de berekening van de voorgenomen activiteit (na april 2003).

Voor deze situatie moet rekening worden gehouden met de volgende inzet van materieel:

Tabel B6.5 Materieel overgangssituatie (tot april 2003)

bron	bronvermogen	aantal draai-uren per werkdag
TOP		
● bakkenzuiger	110	12
● jetwater-pomp	105	12
● bulldozer	105	12
● shovel	105	12
Inbrengen specie in depot		
● vaste kraan	102	12
● dumpers (2)	105	12
● mobiele kraan	102	12
● dumpers (2)	105	12
Vrachtwagens specie-aanvoer per as en zandafvoer per as	105	134 bewegingen/ dag

Bijlage 7

**Analyses grondwater in de
twee peilbuizen**

Peilbuisen Drempt

fdptgr1 Peilbuis 1, toekomstig baggerdepot Drempt
 fdptgr2 Peilbuis 2, toekomstig baggerdepot Drempt
 fdptgr3 Peilbuis 3, toekomstig baggerdepot Drempt

Lab.nummer	61854	61855	61856
Monsterpuntcode	fdptgr1	fdptgr2	fdptgr3
Datum	25-06-1999	25-06-1999	25-06-1999
Tijd	9.00	9.30	10.00

VELDWAARNEMINGEN

Status monstername	of3	of3	of3
Bemonsterd door	wa	wa	wa
Watertemperatuur	11.2	11.4	11.2

O2 verz.

ANALYSE'S

	mgP/l	0.06	0.04	0.05
Ortho-fosfaat (als P)	mgP/l	0.32	0.64	0.76
Totaal fosfaat (als P) a.an.	mgN/l	2.8	4.3	4.7
Kjeldahl stikstof (als N) a.an.	mgN/l	2.6	2.7	2.9
Ammonium (als N)	mgN/l	0.02	0.01	0.01
Nitriet (als N)	mgN/l	<0.1	<0.1	<0.1
Nitraat (als N)		7.0	7.0	7.0

Chloride	mg/l	34	40	38
Sulfaat	mgSO4/l	100	<5	<5
Geleidingsvermogen 20C	mS/m	63	67	71
Onopgeloste bestanddelen	g/l	0.04	0.06	0.08

METALEN

Arseen (hydride)	ug/l	12.5	22.5	32.0
Cadmium (oven)	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1
Chroom (oven)	ug/l	<1	1.5	<1
Koper (oven)	ug/l	1	19	1
Kwik (koude damp)	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Nikkel (oven)	ug/l	4	11	5
Lood (oven)	ug/l	<2	30	<2
Zink (vlam)	ug/l	<5	25	<5

nh3 mgN/l		.005	.005	.006
-----------	--	------	------	------

MacroIonen

Waterstofcarbonaat	mg/l	288	408	446
IJzer (vlam)	mg/l	20.0	23.5	31.5
Natrium (vlam)	mg/l	16	22	21
Kalium (vlam)	mg/l	2.1	5.5	5.5
Calcium (vlam)	mg/l	120	105	110
Magnesium (vlam)	mg/l	8.3	14.5	15.5

1.0. 

Grondwater peilbuizen Drempt

fdptgr4 Peilbuis 4, toekomstig baggerdepot Drempt
 fdptgr5 Peilbuis 5, toekomstig baggerdepot Drempt
 fdptgr6 Peilbuis 6, toekomstig baggerdepot Drempt

Lab.nummer	59226	59227	59228
Monsterpuntcode	fdptgr4	fdptgr5	fdptgr6
Datum	10-03-1999	10-03-1999	10-03-1999
Tijd	10.30	11.00	11.30

VELDWAARNEMINGEN

Status monstername	of3	of3	of3
Bemonsterd door	wa	wa	wa
Wartertemperatuur	oC	10.1	10.2
			10.1

O2 verz.

ANALYSE'S

	mgP/l	0.03	0.03	0.03
Ortho-fosfaat (als P)	mgP/l	0.09	0.09	0.02
Totaal fosfaat (als P) a.an.	mgN/l	0.4	0.7	1.3
Kjeldahl stikstof (als N) a.an.	mgN/l	0.2	0.5	1.2
Ammonium (als N)	mgN/l	0.01	0.01	0.01
Nitriet (als N)	mgN/l	<0.1	<0.1	<0.1
Nitraat (als N)		7.7	7.5	7.4
pH (zuurgraad)				

Chloride	mg/l	26	32	165
ulfaat	mgSO4/l	37	33	35
Geleidingsvermogen 20C	mS/m	47	46	92

nh3 mgN/l .002 .003 .005

MacroIonen

Waterstofcarbonaat	mg/l	226	210	374
IJzer (vlam)	mg/l	2.2	3.0	5.1
Natrium (vlam)	mg/l	9.5	12	66
Kalium (vlam)	mg/l	2.3	2.4	3.2
Calcium (vlam)	mg/l	85	81	160
Magnesium (vlam)	mg/l	7.1	5.3	10.0

10. *Th*

2 peilbuizen met 3 filters

Grondwater peilbuizen Drempt

Lab.nummer	44092	44093	44094	44095	44096	44097
Monsterpuntcode	fdptgr1	fdptgr2	fdptgr3	fdptgr4	fdptgr5	fdptgr6
Datum	13-02-1997	13-02-1997	13-02-1997	13-02-1997	13-02-1997	13-02-1997
Tijd	9.00	9.30	10.00	10.30	11.00	11.30

VELDWAARNEMINGEN

Status monstername	of3	of3	of3	of3	of3	of3
Bemonsterd door	wa	wa	wa	wa	wa	wa
Watertemperatuur	oC					
	8.8	8.7	8.7	8.9	9.8	9.8

O2 verz.

ANALYSE'S

Ortho-fosfaat (als P)	mgP/l	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05
Totaal fosfaat (als P) a.an.	mgP/l	0.05	0.11	0.10	0.29	0.07	0.05
Kjeldahl stikstof (als N) a.an.	mgN/l	0.5	0.7	0.5	2.0	0.7	1.1
Ammonium (als N)	mgN/l	0.3	0.5	0.4	0.9	0.4	0.9
Nitriet (als N)	mgN/l	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
Nitraat (als N)	mgN/l	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1
pH (zuurgraad)		7.6	7.3	7.0	6.9	7.1	7.3

Chloride	mg/l	42	28	28	28	36	270
Sulfaat	mgSO4/l	52	105	120	35	43	82
Geleidingsvermogen 20C	ms/m	60	61	62	46	69	149
Onopgeloste bestanddelen	g/l	0.57	0.03	0.05	0.07	0.09	0.02

METALEN

Arseen (hydride)	ug/l	10.5	2.2	9.9	24.0	26.5	5.5
Cadmium (oven)	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Chroom (oven)	ug/l	9.5	<1	<1	<1	1.5	3.0
Koper (oven)	ug/l	10	2	<1	3	6	4
Kwik (koude damp)	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nikkel (oven)	ug/l	12	<4	<4	<4	<4	<4
Lood (oven)	ug/l	7	<2	<2	<2	3	<2
Zink (vlam)	ug/l	45	<5	<5	<5	5	<5
Mangaan (vlam)	mg/l	1.2	2.6	3.2	3.2	1.2	4.8

nh3 mgN/l		.002	.002	.001	.001	.001	.003
-----------	--	------	------	------	------	------	------

MacroIonen

Waterstofcarbonaat	mg/l	290	257	234	211	382	459
IJzer (vlam)	mg/l	20.0	13.5	29.0	24.5	25.5	10.0
Natrium (vlam)	mg/l	23	20	17	13	19	95
Kalium (vlam)	mg/l	2.6	3.0	1.2	1.9	1.8	4.9
Calcium (vlam)	mg/l	115	110	115	77	135	225
Magnesium (vlam)	mg/l	11.0	7.0	6.3	5.5	8.1	13.5

ORGANOCHLOOR-PESTICIDEN (U)

a-hch	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
b-hch	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
c-hch	ug/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
d-hch	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
hcb	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
heptachloor	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
cis-heptachloorepoxide	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
trans-Chloordaan	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
aldrin	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
dieldrin	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
endrin	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
isodrin	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
telodrin	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,4 dde	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4,4 dde	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,4 ddd	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4,4 ddd	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,4 ddt	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4,4 ddt	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
a-endosulfan	ug/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Endosulfansulfaat	ug/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

10. *Boonman*

Lab.nummer		44092	44093	44094	44095	44096	44097
Monsterpuntcode		fdptgr1	fdptgr2	fdptgr3	fdptgr4	fdptgr5	fdptgr6
Datum		13-02-1997	13-02-1997	13-02-1997	13-02-1997	13-02-1997	13-02-1997
Tijd		9.00	9.30	10.00	10.30	11.00	11.30
PCB'S (U)							
pcb 28	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
pcb 52	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
pcb 101	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
pcb 118	ug/l	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
pcb 138	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
pcb 153	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
pcb 180	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PAK's (U)							
Naftaleen	ug/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Fenanthreen	ug/l	0.03	0.03	0.02	0.05	0.02	0.0
Antraceen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Fluorantheen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo(a)antraceen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Chryseen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo(k)fluorantheen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo(a)pyreen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo(ghi)peryleen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
totaal PAK (10 leidraad)	ug/l	0.03	0.03	0.02	0.05	0.02	0.0

1.0. fm

Grondwater peilbuizen Drempt

Lab.nummer	46309	46310	46311	46312	46313	46314
Monsterpuntcode	fdptgr1	fdptgr2	fdptgr3	fdptgr4	fdptgr5	fdptgr6
Datum	05-06-1997	05-06-1997	05-06-1997	05-06-1997	05-06-1997	05-06-1997
Tijd	9.45	10.15	10.45	11.15	11.45	12.15

VELDWAARNEMINGEN
 Status monsternaam
 Bemonsterd door

of3	of3	of3	of3	of3	of3	of3
wa	wa	wa	wa	wa	wa	wa

ANALYSE'S

	mgP/l	mgP/l	mgN/l	mgN/l	mgN/l	mgN/l
Ortho-fosfaat (als P)	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04
Totaal fosfaat (als P) a.an.	0.26	0.20	0.17	0.76	0.15	0.08
Kjeldahl stikstof (als N) a.an.	0.5	0.7	0.5	2.5	1.1	1.2
Ammonium (als N)	0.3	0.5	0.3	2.2	0.4	0.9
Nitriet (als N)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nitraat (als N)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
pH (zuurgraad)	7.6	7.3	6.9	6.9	7.0	7.1

	mg/l	mgSO4/l	mS/m	g/l	g/l	g/l
Chloride	42	29	29	27	43	265
Sulfaat	57	105	125	<5	74	83
Geleidingsvermogen 20C	61	60	63	65	71	151
Onopgeloste bestanddelen	0.05	0.02	0.04	0.26	0.05	0.02

METALEN

	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
Arseen (hydride)	5.1	7.9	13.5	82	39.0	7.7
Cadmium (oven)	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1
Chroom (oven)	1.5	<1	<1	9.5	1.5	1.5
Koper (oven)	2	<1	<1	18	2	2
Kwik (koude damp)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nikkel (oven)	<4	<4	<4	9	<4	4
Lood (oven)	<2	<2	<2	18	<2	<2
Zink (vlam)	5	<5	<5	35	<5	<5

nh3 mgN/l	.001	.001	.000	.001	.000	.001
-----------	------	------	------	------	------	------

MacroIonen

	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Waterstofcarbonaat	280	247	243	389	351	479
IJzer (vlam)	4.8	9.1	30.5	64	26.5	8.2
Natrium (vlam)	24	21	17	18	21	100
Kalium (vlam)	2.5	3.1	1.1	3.1	1.9	5.0
Calcium (vlam)	105	110	115	105	135	230
Magnesium (vlam)	7.9	6.9	6.6	7.4	8.0	13.5

ORGANOCHLOOR-PESTICIDEN (U)

	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
alfa-HCH	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
beta-HCH	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
gamma-HCH	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
delta-HCH	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Hexachloorbenzeen (HCB)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

PAK's (U)

	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
Naftaleen	<0.002	<0.002	<0.002	0.7	<0.002	<0.002
Acenaftyleen	<0.02	<0.02	<0.02	<0.3	<0.02	<0.02
Acenaftheen	<0.001	<0.001	<0.001	0.30	<0.007	<0.001
Fluoreen	<0.001	0.003	0.003	0.35	<0.001	<0.001
Fenanthreen	0.02	0.02	0.02	1.7	0.05	0.04
Anthraceen	<0.001	<0.001	<0.001	0.03	<0.001	<0.001
Fluorantheen	<0.001	0.007	0.005	0.6	0.01	0.009
Pyreen	<0.001	0.005	0.003	0.35	0.003	0.004
Benzo(a)anthraceen	<0.001	0.007	<0.001	<0.06	<0.001	<0.001
Chryseen	<0.001	0.008	<0.001	<0.06	<0.001	<0.001
Benzo(b)fluorantheen	<0.001	0.009	<0.001	0.003	<0.001	<0.001
Benzo(k)fluorantheen	<0.001	0.004	<0.001	0.002	<0.001	<0.001
Benzo(a)pyreen	<0.001	0.009	<0.001	0.003	<0.001	<0.001
Dibenz(a,h)anthraceen	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Benzo(ghi)peryleen	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
totaal PAK (6 Borneff)	ug/l	n.a.	0.03	<0.01	0.6	0.01
totaal PAK (10 Leidraad)	ug/l	0.02	0.06	0.03	3.0	0.06
totaal PAK (16 EPA)	ug/l	0.02	0.07	0.03	4.0	0.06

Hoofd laboratorium, Th. Boonman

1.0. fm

↑
 buis!
 kop!
 over!

Grondwater peilbuizen Drempt

Lab. nummer	47296	47299	47300
Monsterpuntcode	fdptgr4	fdptgr5	fdptgr6
Datum	16-07-1997	16-07-1997	16-07-1997
Tijd	8.30	9.30	10.30

VELDWAARNEMINGEN

Status monstername	of3	of3	of3
Bemonsterd door	wa	wa	wa

ANALYSE'S

Ortho-fosfaat (als P)	mgP/l		0.06	0.06
Totaal fosfaat (als P) a.an.	mgP/l	0.03	0.21	0.11
Njeldahl stikstof (als N) a.an.	mgN/l	0.4	1.0	1.4
Ammonium (als N)	mgN/l	0.2	0.4	0.9
Nitriet (als N)	mgN/l	<0.01	<0.01	<0.01
Nitraat (als N)	mgN/l	0.2	<0.1	<0.1
pH (zuurgraad)		7.6	7.0	7.1

Chloride	mg/l	28	39	255
Sulfaat	mgSO4/l	39	68	88
Geleidingsvermogen 20C	mS/m	47	66	150
Onopgeloste bestanddelen	g/l	0.01	0.11	0.03

METALEN

Arsen (hydride)	ug/l	3.1	51	7.1
Cadmium (oven)	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1
Chroom (oven)	ug/l	<1	2.0	<1
Koper (oven)	ug/l	1	4	<1
Kwik (koude damp)	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Nikkel (oven)	ug/l	<4	11	6
Lood (oven)	ug/l	<2	<2	<2
Zink (vlam)	ug/l	<5	15	<5

nhi mgN/l		.001	.000	.001
-----------	--	------	------	------

MacroIonen

Waterstofcarbonaat	mg/l	240	319	466
IJzer (vlam)	mg/l	2.1	26.0	11.0
Natrium (vlam)	mg/l	9.9	21	105
Kalium (vlam)	mg/l	2.5	2.0	5.2
Calcium (vlam)	mg/l	86	120	230
Magnesium (vlam)	mg/l	7.6	7.1	13.0

ORGANOCHLOOR-PESTICIDEN (U)

alfa-HCH	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
beta-HCH	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
gamma-HCH	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
delta-HCH	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Hexachloorbenzeen (HCB)	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01

PAK's (U)

Naftaleen	ug/l	0.20	<0.05	<0.05
Acenafthyleen	ug/l	<0.1	<0.05	<0.05
Acenaftheer	ug/l	<0.05	<0.05	<0.05
Fluoreen	ug/l	0.02	<0.01	<0.01
Fenanthreen	ug/l	0.04	0.04	0.09
Anthraceen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Fluorantheen	ug/l	<0.01	0.05	0.10
Pyreen	ug/l	<0.01	0.03	0.06
Benzo(a)anthraceen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Chryseen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo(b)fluorantheen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo(k)fluorantheen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo(a)pyreen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Dibenz(a,h)anthraceen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo(ghi)perylene	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	ug/l	<0.01	<0.01	<0.01
totaal PAK (6 Borneff)	ug/l	n.a.	0.05	0.10
totaal PAK (10 Leidraad)	ug/l	0.20	0.09	0.20
totaal PAK (16 EPA)	ug/l	0.25	0.10	0.25

10.0/1m

Grondwater peilbuizen Drempt

Lab.nummer	48106	48107	48108	48109	48110	48111
Monsterpunctcode	fdptgr1	fdptgr2	fdptgr3	fdptgr4	fdptgr5	fdptgr6
Datum	26-08-1997	26-08-1997	26-08-1997	26-08-1997	26-08-1997	26-08-1997
Tijd	13.15	13.35	13.55	14.15	14.35	15.00

VELDWAARNEMINGEN

Status monstername	of3	of3	of3	of3	of3	of3	
Bemonsterd door	wa	wa	wa	wa	wa	wa	
Watertemperatuur	oC	11.4	11.4	11.7	13.1	13.5	13.3

O2 verz.

ANALYSE'S

	mgP/l	0.04	0.04	0.06	0.03	0.06	0.05
Ortho-fosfaat (als P)	mgP/l	0.19	0.14	0.14	0.07	0.13	0.05
Totaal fosfaat (als P) a.an.	mgN/l	0.5	0.8	0.5	0.4	1.0	1.1
Kjeldahl stikstof (als N) a.an.	mgN/l	0.3	0.5	0.3	0.2	0.5	0.9
Ammonium (als N)	mgN/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nitriet (als N)	mgN/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Nitraat (als N)	pH (zuurgraad)	7.3	7.1	6.8	7.3	6.9	7.1

Chloride	mg/l	40	30	32	28	34	240
Sulfaat	mgSO4/l	54	105	125	38	59	88
Geleidingsvermogen 20C	mS/m	60	60	63	47	61	146
Onopgeloste bestanddelen	g/l		0.02	0.06		0.04	0.03
nh3 mgN/l		.001	.001	.000	.001	.001	.003

MacroIonen

Waterstofcarbonaat	mg/l	284	252	225	237	309	498
IJzer (vlam)	mg/l	2.2	6.9	37.5	2.2	24.0	12.0
Natrium (vlam)	mg/l	24	20	18	9.5	20	98
Kalium (vlam)	mg/l	2.4	3.0	1.1	2.4	1.9	5.0
Calcium (vlam)	mg/l	105	110	115	82	115	220
Magnesium (vlam)	mg/l	7.8	6.9	6.6	7.5	6.6	13.0

Grondwater peilbuizen Drempt

fdptgr1 Peilbuis 1, toekomstig baggerdepot Drempt
 fdptgr2 Peilbuis 2, toekomstig baggerdepot Drempt
 fdptgr3 Peilbuis 3, toekomstig baggerdepot Drempt
 fdptgr4 Peilbuis 4, toekomstig baggerdepot Drempt
 fdptgr5 Peilbuis 5, toekomstig baggerdepot Drempt
 fdptgr6 Peilbuis 6, toekomstig baggerdepot Drempt

Lab.nummer	51121	51122	51123	51124	51125	51126
Monsterpunctcode	fdptgr1	fdptgr2	fdptgr3	fdptgr4	fdptgr5	fdptgr6
Datum	11-02-1998	11-02-1998	11-02-1998	11-02-1998	11-02-1998	11-02-1998
Tijd	8.15	8.45	9.15	9.45	10.15	10.45

VELDWAARNEMINGEN

Status monstername	of3	of3	of3	of3	of3	of3
Bemonsterd door	wa	wa	wa	wa	wa	wa
Watertemperatuur	oC	9.5	9.8	9.6	10.1	10.4
						10.6

O2 verz.

ANALYSE'S

Ortho-fosfaat (als P)	mgP/l	0.08	0.09	0.12	0.07	0.10	0.06
Totaal fosfaat (als P) a.an.	mgP/l	0.17	0.28	0.14	0.09	0.13	0.07
Kjeldahl stikstof (als N) a.an.	mgN/l	0.9	0.9	0.5	0.3	1.1	1.0
Ammonium (als N)	mgN/l	0.2	0.5	0.4	0.2	0.7	0.9
Nitriet (als N)	mgN/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nitraat (als N)	mgN/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
pH (zuurgraad)		7.4	7.2	6.8	7.4	7.0	7.2

Chloride	mg/l	27	27	30	25	29	250
Sulfaat	mgSO4/l	30	99	125	31	43	87
Geleidingsvermogen 20C	mS/m	40	61	59	48	58	145

nh3 mgN/l		.001	.001	.000	.001	.001	.003
-----------	--	------	------	------	------	------	------

MacroIonen

Waterstofcarbonaat	mg/l	164	254	207	248	303	458
IJzer (vlam)	mg/l	3.5	6.7	50	1.5	26.0	8.5
Natrium (vlam)	mg/l	11	20	16	10	18	93
Kalium (vlam)	mg/l	1.9	3.1	1.0	2.7	2.2	5.0
Calcium (vlam)	mg/l	61	110	115	89	105	230
Magnesium (vlam)	mg/l	4.8	7.2	6.0	7.8	6.3	13.0



oppw. PLAS DREMPT

fdptgr1 Peilbuis 1, toekomstig baggerdepot Drempt
 fdptgr2 Peilbuis 2, toekomstig baggerdepot Drempt
 fdptgr3 Peilbuis 3, toekomstig baggerdepot Drempt
 fdptgr4 Peilbuis 4, toekomstig baggerdepot Drempt
 fdptgr5 Peilbuis 5, toekomstig baggerdepot Drempt
 fdptgr6 Peilbuis 6, toekomstig baggerdepot Drempt

Lab.nummer	55227	55228	55229	55230	55231	55232
Monsterpuntcode	fdptgr1	fdptgr2	fdptgr3	fdptgr4	fdptgr5	fdptgr6
Datum	19-08-1998	19-08-1998	19-08-1998	19-08-1998	19-08-1998	19-08-1998
Tijd	12.00	12.30	13.00	13.30	14.00	14.30

VELDWAARNEMINGEN

Status monstername	of3	of3	of3	of3	of3	of3	
Bemonsterd door	wa	wa	wa	wa	wa	wa	
Watertemperatuur	oC	10.8	11.1	11.2	13.1	12.7	12.4

O2 verz.

ANALYSE'S

	mgP/l	mgP/l	mgN/l	mgN/l	mgN/l	mgN/l
Ortho-fosfaat (als P)	0.05	0.04	0.04	0.03	0.08	0.04
Totaal fosfaat (als P) a.an.	0.26	0.20	0.16	0.12	0.11	0.12
Kjeldahl stikstof (als N) a.an.	0.6	1.0	0.5	0.4	0.7	1.3
Ammonium (als N)	0.4	0.7	0.4	0.4	0.7	1.2
Nitriet (als N)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nitraat (als N)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
pH (zuurgraad)	6.9	6.9	6.7	7.3	7.0	7.2

	mg/l	mgSO4/l	mS/m
Chloride	17	35	43
Sulfaat	64	96	105
Geleidingsvermogen 20C	45	59	62

nh3 mg N/l	.001	.001	.000	.002	.002	.004
------------	------	------	------	------	------	------

MacroIonen

	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Waterstofcarbonaat	184	214	211	250	258	474
IJzer (vlam)	8.4	26.5	49.0	0.7	19.5	7.3
Natrium (vlam)	12	16	22	10	22	100
Kalium (vlam)	3.3	2.5	1.0	2.6	1.9	5.0
Calcium (vlam)	74	100	105	88	105	220
Magnesium (vlam)	8.0	6.7	7.6	7.7	5.9	13.5

Hoofd laboratorium, Th. Boonman

oppw. PLAS DREMPT

odpt01 Toekomstig Baggerdepot Drempt
 odpt02 Kwelsloot Drempt langs N317

Lab.nummer	59224	59225
Monsterpuntcode	odpt01	odpt02
Datum	10-03-1999	10-03-1999
Tijd	12.00	12.20

VELDWAARNEMINGEN

Status monstername	ow3	ow3
Bemonsterd door	wa	wa
Stroming	0	3
Bedekking (EDS)	1	1
Schoning	1	1
Flap	0	0
Watertemperatuur	oC 5.4	7.6
Doorzichtdiepte	cm >100	40 bodem
Zuurstof veldmeting	mg/l 12.4	7.9

O2 verz.	98	66
----------	----	----

ANALYSE'S

Ortho-fosfaat (als P)	mgP/l	0.04	0.03
Totaal fosfaat (als P) a.an.	mgP/l	0.04	0.06
Kjeldahl stikstof (als N) a.an.	mgN/l	0.5	0.8
Ammonium (als N)	mgN/l	0.1	0.4
Nitriet (als N)	mgN/l	0.02	0.09
Nitraat (als N)	mgN/l	1.3	9.6
pH (zuurgraad)		8.3	7.9

Chloride	mg/l	29	45
Sulfaat	mgSO4/l	59	74
Geleidingsvermogen 20C	mS/m	43	67
Onopgeloste bestanddelen	g/l	<0.001	0.006

nh3 mg N/l		.002	.005
------------	--	------	------

METALEN

Arsen (hydride)	ug/l	<1	3.4
Cadmium (oven)	ug/l	<0.1	<0.1
Chroom (oven)	ug/l	<1	<1
Koper (oven)	ug/l	2	1
Kwik (koude damp)	ug/l	<0.01	<0.01
Nikkel (oven)	ug/l	<4	<4
Lood (oven)	ug/l	<2	<2
Zink (vlam)	ug/l	<5	<5

MacroIonen

Waterstofcarbonaat	mg/l	126	249
IJzer (vlam)	mg/l	<0.1	0.6
Natrium (vlam)	mg/l	19	30
Kalium (vlam)	mg/l	2.9	7.2
Calcium (vlam)	mg/l	57	105
Magnesium (vlam)	mg/l	6.4	9.1

1.0. 

Bijlage 8 Waterbalansen isolatiealternatieven

1.1 Algemeen

Het storten van baggerspecie in de ontzandingsput Drempt heeft onder andere invloed op de oppervlaktewaterkwaliteit in de put en de grondwaterkwaliteit en kwantiteit in de directe omgeving van de put. Om de effecten te kunnen bepalen zijn van de verschillende alternatieven (zie hoofdstuk 6) waterbalansen opgesteld.

Hierbij kan onderscheid worden gemaakt in de berekening van het **wateroverschot** in de put en de berekening van het **beheersdebiet** dat nodig is bij de verschillende (geohydrologische) maatregelen.

Het **wateroverschot** in de put zal moeten worden geloosd. Het geloosde water kan invloed hebben op het ontvangende oppervlaktewater. Om deze invloed te berekenen is, na de waterbalans, een stoffenbalans opgesteld (zie bijlage 9). Overigens zal het in het begin van de vulfase niet *noodzakelijk* zijn om het wateroverschot te lozen. Het wateroverschot kan dan namelijk via de taluds (bij de alternatieven 'interceptie met verticale bronnen' en 'diep verticaal scherm') nog inzigen in de omringende bodem. In de berekeningen is er echter wel vanuit gegaan dat het wateroverschot wordt geloosd.

Het **beheersdebiet** is van belang voor de verlaging van de grondwaterstand in de omgeving van de put.

1.2 Wateroverschot

In dit MER zijn in eerste instantie 8 alternatieven voor isolatie en beheersing beschouwd (zie hoofdstuk 6). Per alternatief kan de waterbalans verschillen en daarom is per alternatief de waterbalans opgesteld. Er is rekening gehouden met vier situaties:

- storten van steekvast slib;
- storten van hydraulisch slib;
- aanbrengen van de beheersmaatregelen vóór de vulfase;
- aanbrengen van de beheersmaatregelen ná de vulfase.

1.2.1 Uitgangspunten

Bij het opstellen van de waterbalansen zijn een aantal uitgangspunten gehanteerd:

- de waterbalansen zijn opgesteld om op basis daarvan de kwaliteit van het oppervlaktewater in de put te kunnen bepalen en de hoeveelheid overtollig water vast te kunnen stellen (overlaat);
- de waterbalansen zijn opgesteld voor drie momenten: het eerste vuljaar, het laatste vuljaar en de periode na de vulfase (de eindfase);
- er wordt uitgegaan van een initieel bruto-volume van de put van 900.000 m³, wanneer er een klei- of beschermende sliblaag wordt aangebracht bedraagt het effectieve volume 800.000 m³;

- er wordt uitgegaan van een vulselheid van 100.000 m^3 per jaar. Dit komt overeen met $8.333 \text{ m}^3/\text{maand}$;
- er wordt het hele jaar door gestort;
- het oppervlak van de put beslaat 77.900 m^2 ;
- in de alternatieven waarbij een damwand rondom de put wordt geplaatst, wordt voor de damwand een hydraulische weerstand van 1000 etm aangehouden;
- in het alternatief waarbij een isolatielaag op de taluds wordt aangebracht is voor de isolatielaag een hydraulische weerstand van 100 etm aangehouden;
- bij de variant 'hydraulisch vullen' is als worst case uitgegaan van volledig hydraulisch vullen.

1.2.2 Waterbalansvergelijking

De waterbalans voor de put Drempt kan als volgt worden weergegeven:

$$N + P_o + V_o + P + G_t = V + P_g + G_u + O$$

Waarin:

N = neerslag

P_o = poriënwater vanuit de specie naar het oppervlaktewater

V_o = verdringing van het oppervlaktewater door het te storten slib

P = proceswater

G_t = grondwater dat toestroomt vanuit de omgeving

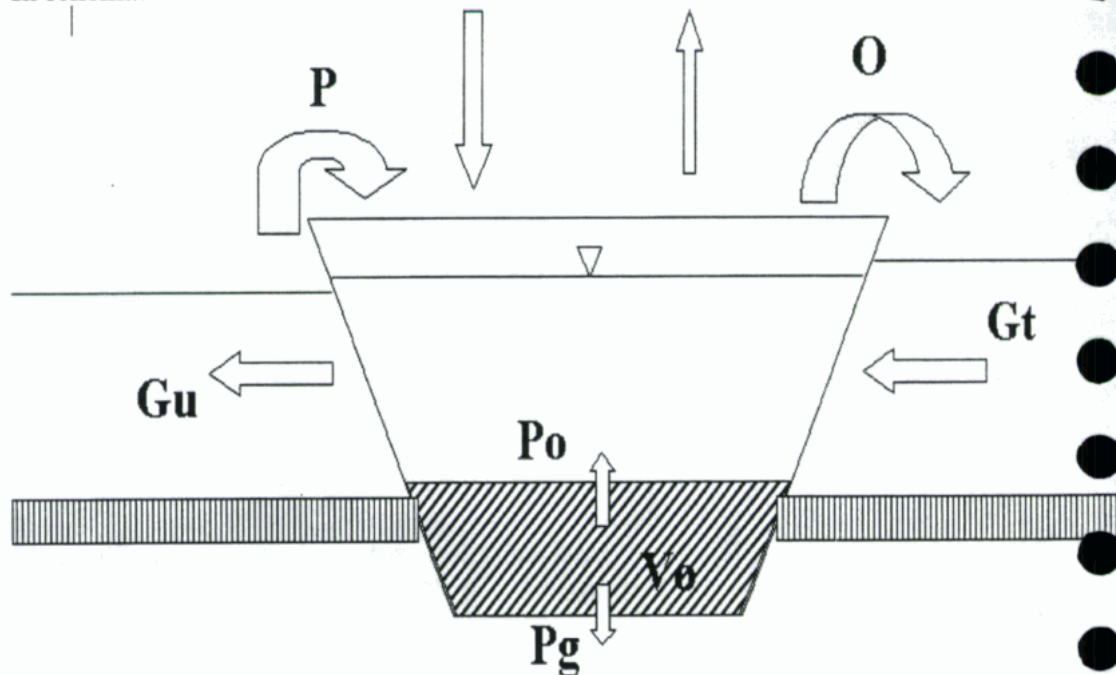
V = verdamping

P_g = poriënwater dat vanuit de specie naar het grondwater wordt geperst

G_u = oppervlaktewater dat via de taluds uit de put stroomt (wegzijging)

O = overschot aan water dat via de overlaat de put verlaat

In schema:



Van de termen van de waterbalans wordt een korte toelichting gegeven.

Neerslag (N)

Uitgegaan is van de neerslaghoeveelheden per maand. Er is gebruik gemaakt van het langjarig maandgemiddelde (periode 1961-1990) van weerstation De Bilt. De betreffende maandgegevens zijn verwerkt in de waterbalans.

Poriënwater vanuit het slib naar het oppervlaktewater (P_o)

In de te storten specie zit water, het zogenaamde poriënwater. De hoeveelheid poriënwater is afhankelijk van het soort specie. Pas gebaggerd slib zal meer vocht bevatten dan ontwaterd slib. Het vocht in het slib bestaat uit het poriënwater alsmede het water dat als gevolg van bijmenging tijdens het baggeren aan de specie wordt toegevoegd.

In Drempt zal waarschijnlijk ontwaterde specie worden gestort. Voor het ontwaterde slib is aangenomen dat de specie nog 15-20% van het oorspronkelijke vocht bevat. Onder aanname van een vaststofgehalte voor slib van 30%, betekent dat een vochtgehalte van $0,12 \text{ m}^3/\text{m}^3$.

In geval dat slib hydraulisch wordt ingebracht is de hoeveelheid water dat met het slib in de put wordt gebracht groter. Er wordt vanuit gegaan dat het slib direct na het baggeren zal worden gestort en dus niet eerst wordt ontwaterd. De hoeveelheid poriënwater bedraagt dan de 'volle' 60%. Dit betekent een vochtgehalte van $0,6 \text{ m}^3/\text{m}^3$.

Wanneer het slib middels een verdringerpomp wordt ingebracht wordt ervan uitgegaan dat ook in dat geval het aandeel poriënwater de 'volle' 60 tot 70% bedraagt.

Verdringing van oppervlaktewater door het te storten slib (V_o)

Met deze term wordt de hoeveelheid water bedoeld die door de vaste stof wordt verdrongen. Er wordt vanuit gegaan dat de hoeveelheid specie (vaste stof) bij het hydraulisch storten even groot is als de mechanisch te storten hoeveelheid. Het betreft in beide gevallen immers slib van dezelfde oorsprong.

Proceswater (P)

Bij het storten van ontwaterde (**droge** of steekvaste) specie is geen sprake van proceswater. Deze term van de waterbalans is bij deze optie dan ook nihil.

Bij het direct verpompen met een **verdringerpomp** wordt ervan uitgegaan dat het gebaggerde materiaal het 'eigen' water bevat. Dit wordt in termen van de waterbalans niet als proceswater gezien en is derhalve op nul gesteld.

Bij het direct hydraulisch storten van **natte** specie, wordt er vanuit gegaan dat bij het baggeren (oppervlakte)water wordt bijgemengd (uitlevering van circa 1,5 maal het volume in-situ slib). Om het slib te kunnen verpompen zal daarnaast nog water aan het slib moeten worden toegevoegd. Hiervoor wordt een uitlevering van 2 maal het volume in-situ slib aangehouden. Bij het hydraulisch storten betekent dat een hoeveelheid proceswater van $1,5 + 2 = 3,5 \text{ m}^3$ water per m^3 gestorte specie. Er wordt vanuit gegaan dat het grootste deel hiervan in het oppervlaktewater terecht komt. Aangenomen wordt dat 30% van het water in de poriën van de specie achterblijft. Dit water wordt uiteindelijk naar het omringende grondwater uitgeperst.

Toestromend grondwater (G_o)

In de huidige situatie stroomt als gevolg van het peilverschil tussen het grondwater aan de bovenstroomse zijde van de put en het oppervlaktewaterpeil in de put, grondwater naar de put toe.

Afhankelijk van de oppervlaktewaterpeilen in de put tijdens het vullen, zal grondwater naar de put toestromen. Er wordt vooralsnog vanuit gegaan dat het peil in de put in de meeste alternatieven op het huidige peil zal worden gehouden.

De hoeveelheid toestromend grondwater wordt dan alleen beïnvloed door eventuele beschermende maatregelen (klei op de taluds, damwand rondom de put) en het tijdstip waarop deze maatregelen worden aangebracht. Verder is de mate van vulling van de put invloed op de hoeveelheid instromend grondwater. Bij verder vulling van de put neemt de hoeveelheid instromend grondwater af.

Verdamping (V)

Voor de verdampingsgegevens is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens (per maand) van station De Bilt over de periode 1961 – 1990.

Poriënwater dat naar het grondwater wordt uitgeperst (P_p)

Het poriënwater dat in de gestorte specie achterblijft zal als gevolg van consolidatie van het slib worden uitgeperst. Er wordt poriënwater naar zowel het oppervlaktewater als het grondwater geperst. Op basis van berekeningen voor vergelijkbare situaties wordt er van uitgegaan dat uiteindelijk 70% naar het oppervlaktewater en 30% naar het grondwater wordt uitgeperst. Hoewel de consolidatie een relatief langzaam proces is, wordt aangehouden dat de genoemde uitpersing vanaf aanvang van storten optreedt. In de eindfase is de uitpersing naar het oppervlaktewater nihil verondersteld.

Oppervlaktewater dat via de taluds de put verlaat (wegzijging) (G_u)

In de huidige situatie stroomt oppervlaktewater vanuit de put naar het omringende grondwater. Dit treedt op als gevolg van het peilverschil tussen het oppervlaktewater en het grondwater aan de benedenstroomse zijde van de put. Afhankelijk van het peil in de put zal de hoeveelheid water die op deze wijze de put verlaat variëren. Aangenomen is dat in principe het peil in de put op het huidige niveau zal worden gehandhaafd.

Overlaat (O)

Als gevolg van bovenstaande ingrepen zal in de put een overschot aan water ontstaan. Bij handhaving van het peil in de put zal dit water moeten worden afgelaten. Via een stuw kan het peil en daarmee de hoeveelheid af te laten water worden gereguleerd. Ook hierbij is uitgegaan van een handhaving van het huidige peil.

1.3 Beheerswater

Naast de waterstromen die in de put ontstaan als gevolg van de stortactiviteiten, is er nog sprake van een waterstroom welke ontstaat bij eventuele beheersmaatregelen. Dit beheerswater kan van verschillende herkomst zijn. In het geval van beheersing middels verticale bronnen bestaat het beheerswater volledig uit grondwater. In het geval van verticale wanden is een belangrijk deel afkomstig van neerslag. Bij de beheersing via peilverlaging (alternatief 3) is het beheerswater in feite onderdeel van het wateroverschot in de put. Het betreft hier het onttrekken van oppervlaktewater.

Wanneer beheersing wordt uitgevoerd met sloten is er van uitgegaan dat bij aanvang van storten, 35% van het beheerswater uit oppervlaktewater bestaat, afkomstig is uit de plas. In het laatste vuljaar is de invloed van de sloot op het water in de put verminderd. Aangenomen wordt dat dan nog 10% van het beheersdebiet afkomstig is uit de plas.

Wanneer een beheersing wordt uitgevoerd door middel van verticale bronnen wordt er van uitgegaan dat 5% van het onttrokken water uit de put afkomstig is, de rest is grondwater.

1.4 Rekenresultaten: spread-sheets

Hierachter zijn de waterbalansen voor het wateroverschot opgenomen. De waterbalansen zijn opgesteld voor in de in hoofdstuk 6 beschreven acht alternatieven.

Er is steeds onderscheid gemaakt in een situatie waarbij de isolerende maatregelen voor aanvang van storten zijn aangebracht en een situatie waarbij de maatregelen na de vulfase worden getroffen. Daarnaast wordt onderscheid gemaakt tussen het storten van ontwaterde specie en het hydraulisch storten van natte specie.

Tabel B8.1 Gemiddeld wateroverschot op jaarbasis in m³

Vulfase eerste jaar		Vulfase laatste jaar				Eindfase			
a	b	c	d	a	b	c	d	specie:	alle varianten
specie: steek- vast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch	specie: steek- vast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch	specie:	nvt
variant: later	later	direct	direct	variant: later	later	direct	direct	variant:	nvt
1	128709 478709	nvt	nvt	1	128709 478709	nvt	nvt	1	20309
2	128709 478709	nvt	nvt	2	128709 478709	nvt	nvt	2	20309
3	952209 112535	nvt	nvt	3	231646 581646	nvt	nvt	3	20309
4	128709 478709	-57951	292049	4	128709 478709	66489	416489	4	20309
5	128709 478709	62829	412829	5	128709 478709	117729	467729	5	20309
6	128709 478709	128709	478709	6	128709 478709	128709	478709	6	20309
7	128709 478709	128709	478709	7	128709 478709	128709	478709	7	20309
8	128709 478709	128709	478709	8	128709 478709	128709	478709	8	20309

Bijlage 9 Stoffenbalansen isolatiealternatieven

1.1 Doel van de stoffenbalansen

Met behulp van stoffenbalansen wordt berekend hoe de waterkwaliteit in de put zich in de loop van de tijd zal ontwikkelen. Hierbij wordt rekening gehouden met de kwaliteit van de verschillende inkomende waterstromen. Vervolgens kan worden berekend welke bijdrage het uitgaande water (de lozing) levert aan de verontreinigingsgraad van het water waarop wordt geloosd.

1.2 Uitgangspunten van de stoffenbalansen

Bij het opstellen van de stoffenbalansen en de beoordeling hiervan zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- bij de berekeningen is een tijdstap aangehouden van 1 maand;
- er is aangenomen dat er volledige menging optreedt van het water in de put. De concentraties in de put zijn derhalve op ieder punt gelijk;
- er is aangenomen dat er 12 maanden per jaar gestort zal worden;
- voor de eindfase is aangehouden dat er op de put nog een waterschijf van 1 m diepte aanwezig is;
- de parameters fenantreen, zink, ortho-fosfaat en organisch stikstof zijn beschouwd als conservatieve stoffen. Dit houdt in dat er bij de berekeningen van uit is gegaan dat er geen omzetting, vastlegging of afbraak van deze stoffen plaatsvindt;
- de parameters ammonium en nitraat zijn niet beschouwd als conservatieve stoffen. Voor deze stoffen is rekening gehouden met omzetting. Ammonium wordt in het oppervlaktewater door bacteriën omgezet in nitraat (nitrificatie), waarna het vervolgens door andere bacteriën kan worden omgezet in stikstofgas (denitrificatie). Het stikstofgas zal vervluchtigen naar de lucht en derhalve uit het water verdwijnen. Om de juiste nitrificatie- en denitrificatiesnelheid te bepalen, is de stoffenbalans eerst geijkt op de huidige waterkwaliteitsgegevens. Voor ammonium werd een omzettingsfactor gevonden van 0,8 en voor nitraat een factor 0. Omdat de nitrificatie van ammonium in nitraat sterk afhankelijk is van de temperatuur van het water (in de zomerperiode is de nitrificatiesnelheid hoger dan 's winters), is voor de maanden juli en augustus een iets hogere omzettingsfactor aangehouden;
- bij de berekeningen ten aanzien van het ammonium- en nitraatgehalte is aangenomen dat het water in de put steeds voldoende zuurstof bevat.

1.3 Onderbouwing van de keuze van gidsparameters

Bij het beoordelen van de effecten is gekeken naar drie typen verontreinigende stoffen, te weten:

- nutriënten;
- anorganische microverontreinigingen;
- organische microverontreinigingen.

Voor ieder type stof (stofgroep) zijn de berekeningen uitgevoerd aan de hand van één of meer gidsparameters.

Van de nutriënten is gekozen voor de stoffen fosfaat (als ortho-fosfaat) en stikstof (als ammonium, nitraat en organisch stikstof). Deze stoffen zijn voor het oppervlaktewater zeer relevant. Het poriewater dat vrijkomt uit baggerspecie bevat namelijk vaak hoge gehalten aan nutriënten die (eenmaal in het oppervlaktewater) ongewenste eutrofiëring kunnen veroorzaken. Door de berekeningen uit te voeren voor deze parameters, kan de kans op eutrofiëring van het oppervlaktewater in de put worden ingeschat.

Overigens is gekozen voor ortho-fosfaat en niet voor totaal-fosfaat, omdat in diepe putten het totaal-fosfaatgehalte en het ortho-fosfaatgehalte vrijwel gelijk zijn. De reden hiervoor is het feit dat het fosfaat dat is gebonden aan het zwevende organische materiaal niet in de bovenste waterlagen aanwezig blijft (zoals in ondiepe plassen), maar uitzakt naar de bodem, waar het niet of nauwelijks meer opwerfelt. In de bovenste waterlagen is fosfaat derhalve voornamelijk aanwezig als ortho-fosfaat: fosfaat in opgeloste vorm.

Van de anorganische microverontreinigingen is gekozen voor het zware metaal zink. De reden hiervoor is dat het gestorte slib hoge gehalten aan zink kan bevatten. De verwachting is dat het zink uit het slib gedurende enige tijd vrij mobiel kan zijn, omdat het slib onder aërobe condities is gerijpt. Als de specie wordt gestort, kan enige uitwisseling met het oppervlaktewater plaatsvinden.

Van de organische microverontreinigingen is gekozen voor de PAK fenantreen. Hiermee wordt aangesloten bij de grondwatermodellering, waarbij ook is gekozen voor fenantreen. Het betreft een mobiele PAK, waarvan mag worden aangenomen dat deze zich relatief gemakkelijk kan verspreiden vanuit het slib naar het oppervlaktewater.

Uit het oriënterend onderzoek naar km 15-20 van de Oude IJssel blijkt dat hier het gehalte aan PCB op enkele locaties de overgang van klasse 2 naar klasse 3 specie veroorzaakt (zie ook bijlage 12). Dit had een reden kunnen zijn om te kiezen voor de stof PCB als gidsparameter voor de organische microverontreinigingen. Echter, in de praktijk blijken PAK (waar fenantreen er één van is) in veel gevallen meer problemen voor de oppervlaktewaterkwaliteit te veroorzaken dan PCB. Verder bestaan er voor PCB geen normen voor het gehalte in oppervlaktewater (MTR-norm), en voor fenantreen wél.

In zijn algemeenheid geldt overigens, dat er weinig relatie is tussen de specieklassen van in een depot gestorte specie en de kwaliteit van het bovenstaande water [42]. Omgekeerd zijn daardoor de klassenbepalende parameters in de specie ook niet per definitie van belang voor de oppervlaktewaterkwaliteit. Om deze redenen is geen extra aandacht gegeven aan de stof PCB, en is de ernst van de lozingen met betrekking tot de organische microverontreinigingen beoordeeld aan de hand van fenantreen.

1.4 Uitgangskwaliteiten van de verschillende waterstromen

De concentraties in het grondwater zijn berekend aan de hand van metingen die door het Waterschap Rijn en IJssel in de periode 1997-1999 aan twee peilbuizen bij Drempt zijn verricht. Er is uitgegaan van de gemiddelde concentraties van de metingen.

De concentraties in de neerslag zijn bepaald aan de hand van kwaliteitsgegevens die in het kader van het Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling (RIVM, 1996) zijn verzameld. Er is gebruik gemaakt van gegevens van meetstation 724 (Wageningen).

De concentraties in het poriënwater zijn afgeleid van verschillende bronnen. Voor microverontreinigingen is gebruik gemaakt van analyseresultaten van enkele uitloogproeven die zijn uitgevoerd door Waterschap Rijn en IJssel aan slib afkomstig uit de gracht van Doesburg. Hieruit kwam naar voren dat het vrijkomende eluaat een wisselende kwaliteit heeft die niet kan worden teruggevoerd op de concentraties in het slib.

Het zinkgehalte varieerde van 58 µg/l tot 180 µg/l. Het fenantreengehalte varieerde van <0,01 µg/l tot 0,13 µg/l. Bij de berekeningen is als worst-case uitgegaan van de maximale concentraties. Bij de uitloogonderzoeken zijn geen nutriënten geanalyseerd. Voor deze parameters is daarom gebruik gemaakt van routinematige (wekelijks) meetgegevens van Waterschap Rijn en IJssel aan het lozingswater van de TOP waar nu baggerspecie van sanering (van rivierpand 1) van de Oude IJssel wordt ontzand en ontwaterd. Voor de berekening is uitgegaan van gemiddelde concentraties.

De beginconcentraties (huidige concentraties) van het water in de put zijn gebaseerd op routinematige metingen van het waterschap Rijn en IJssel in de put Drempt.

1.5 Rekenresultaten

Hierachter is een samenvattend overzicht opgenomen van de ontwikkeling van de waterkwaliteit in de put, bij de alternatieven 2,5 en 7. Daarachter bevindt zich, ter illustratie, een deel de volledige stoffenbalans voor fenantreen. De volledige stoffenbalans (per maand, steekvast – hydraulisch, maatregel direct – later, verschillende fasen, alle alternatieven) omvat voor elke parameter vele A4's. Deze zijn om die reden niet opgenomen.

Tabel B9.1 Overzicht jaargemiddelde concentraties put Drempt

Vulfase 1e jaar					Vulfase laatste jaar					Eindfase	
FENANTREEN (µg/l)					FENANTREEN (µg/l)					FENANTREEN (µg/l)	
Variant	a	b	c	d	Variant	a	b	c	d	Variant	alle varianten
specie:	steekvast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch	specie:	steekvast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch		
maatregel:	later	later	direct	direct	maatregel:	later	later	direct	direct		
2	0,03	0,05	nvt	nvt	2	0,03	0,09	nvt	nvt	2	0,03
2: half vullen	0,03	0,05	nvt	nvt	2: half vullen	0,03	0,06	nvt	nvt	5	0,03
2: 2x zo snel	0,03	0,07	nvt	nvt	2: 2x zo snel	0,03	0,10	nvt	nvt	7	0,03
5	0,03	0,05	0,03	0,05	5	0,03	0,09	0,03	0,09		
5: half vullen	0,03	0,05	0,03	0,05	5: half vullen	0,03	0,05	0,03	0,05		
5: 2x zo snel	0,03	0,06	0,03	0,06	5: 2x zo snel	0,03	0,09	0,03	0,09		
7	0,03	0,05	0,03	0,05	7	0,03	0,09	0,02	0,10		
7: half vullen	0,03	0,05	0,03	0,05	7: half vullen	0,03	0,05	0,03	0,06		
7: 2x zo snel	0,03	0,06	0,03	0,07	7: 2x zo snel	0,03	0,09	0,03	0,10		

ZINK (µg/l)					ZINK (µg/l)					ZINK (µg/l)	
Variant	a	b	c	d	Variant	a	b	c	d	Variant	alle varianten
specie:	steekvast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch	specie:	steekvast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch		
maatregel:	later	later	direct	direct	maatregel:	later	later	direct	direct		
2	6	42	nvt	nvt	2	11	121	nvt	nvt	2	4,2
2: half vullen	6	42	nvt	nvt	2: half vullen	6	55	nvt	nvt	5	4,2
2: 2x zo snel	7	71	nvt	nvt	2: 2x zo snel	14	131	nvt	nvt	7	4,2
5	6	36	6	36	5	11	117	11	117		
5: half vullen	6	36	6	36	5: half vullen	7	48	7	48		
5: 2x zo snel	7	61	7	61	5: 2x zo snel	12	110	12	110		
7	6	36	6	41	7	11	117	12	124		
7: half vullen	6	36	6	41	7: half vullen	7	48	6	54		
7: 2x zo snel	7	61	7	69	7: 2x zo snel	12	110	14	133		

AMMONIUM (mgN/l)					AMMONIUM (mgN/l)					AMMONIUM (mgN/l)	
Variant	a	b	c	d	Variant	a	b	c	d	Variant	alle varianten
specie:	steekvast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch	specie:	steekvast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch		
maatregel:	later	later	direct	direct	maatregel:	later	later	direct	direct		
2	0,1	0,3	nvt	nvt	2	0,3	1,3	nvt	nvt	2	0,4
2: half vullen	0,1	0,3	nvt	nvt	2: half vullen	0,1	0,4	nvt	nvt	5	0,4
2: 2x zo snel	0,1	0,5	nvt	nvt	2: 2x zo snel	0,3	1,4	nvt	nvt	7	0,4
5	0,1	0,3	0,1	0,3	5	0,3	1,3	0,3	1,3		
5: half vullen	0,1	0,3	0,1	0,3	5: half vullen	0,1	0,4	0,1	0,4		
5: 2x zo snel	0,1	0,5	0,1	0,5	5: 2x zo snel	0,3	1,3	0,3	1,3		
7	0,1	0,3	0,1	0,3	7	0,3	1,3	0,3	1,4		
7: half vullen	0,1	0,3	0,1	0,3	7: half vullen	0,1	0,4	0,1	0,4		
7: 2x zo snel	0,1	0,5	0,1	0,5	7: 2x zo snel	0,3	1,3	0,2	1,4		

NITRAAT (mgN/l)					NITRAAT (mgN/l)					NITRAAT (mgN/l)	
Variant	a	b	c	d	Variant	a	b	c	d	Variant	alle varianten
specie: steekvast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch		specie: steekvast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch			
maatregel: later	later	direct	direct		maatregel: later	later	direct	direct			
2	0,8	1,3	nvt	nvt	2	0,9	2,2	nvt	nvt	2	1,0
2: half vullen	0,8	1,3	nvt	nvt	2: half vullen	0,9	1,4	nvt	nvt	5	0,8
2: 2x zo snel	0,9	1,6	nvt	nvt	2: 2x zo snel	0,9	2,4	nvt	nvt	7	1,3
5	0,8	1,1	0,8	1,1	5	0,8	2,2	0,8	2,2		
5: half vullen	0,8	1,1	0,8	1,1	5: half vullen	0,8	1,3	0,8	1,3		
5: 2x zo snel	0,8	1,5	0,8	1,5	5: 2x zo snel	0,7	2,0	0,7	2,0		
7	0,8	1,1	0,9	1,3	7	0,8	2,2	0,9	2,3		
7: half vullen	0,8	1,1	0,9	1,3	7: half vullen	0,8	1,3	0,9	1,5		
7: 2x zo snel	0,8	1,5	0,9	1,6	7: 2x zo snel	0,7	2,0	1,0	2,4		

ORG-N (mgN/L)					ORG-N (mgN/L)					ORG-N (mgN/L)	
Variant	a	b	c	d	Variant	a	b	c	d	Variant	alle varianten
specie: steekvast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch		specie: steekvast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch			
maatregel: later	later	direct	direct		maatregel: later	later	direct	direct			
2	0,4	1,0	nvt	nvt	2	0,4	2,1	nvt	nvt	2	0,4
2: half vullen	0,4	1,0	nvt	nvt	2: half vullen	0,4	1,1	nvt	nvt	5	0,4
2: 2x zo snel	0,4	1,4	nvt	nvt	2: 2x zo snel	0,5	2,3	nvt	nvt	7	0,4
5	0,4	0,9	0,4	0,9	5	0,4	2,0	0,4	2,0		
5: half vullen	0,4	0,9	0,4	0,9	5: half vullen	0,4	1,0	0,4	1,0		
5: 2x zo snel	0,4	1,2	0,4	1,2	5: 2x zo snel	0,5	2,0	0,5	2,0		
7	0,4	0,9	0,4	0,9	7	0,4	2,0	0,4	2,1		
7: half vullen	0,4	0,9	0,4	0,9	7: half vullen	0,4	1,0	0,4	1,1		
7: 2x zo snel	0,4	1,2	0,4	1,3	7: 2x zo snel	0,5	2,0	0,5	2,3		

TOT-N (mgN/l)					TOT-N (mgN/l)					TOT-N (mgN/l)	
Variant	a	b	c	d	Variant	a	b	c	d	Variant	alle varianten
specie: steekvast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch		specie: steekvast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch			
maatregel: later	later	direct	direct		maatregel: later	later	direct	direct			
2	1,4	2,6	nvt	nvt	2	1,6	5,7	nvt	nvt	2	1,6
2: half vullen	1,4	2,6	nvt	nvt	2: half vullen	1,4	3,0	nvt	nvt	5	1,8
2: 2x zo snel	1,4	3,5	nvt	nvt	2: 2x zo snel	1,7	6,0	nvt	nvt	7	1,8
5	1,3	2,3	1,3	2,3	5	1,6	5,5	1,6	5,5		
5: half vullen	1,3	2,3	1,3	2,3	5: half vullen	1,3	2,7	1,3	2,7		
5: 2x zo snel	1,4	3,2	1,4	3,2	5: 2x zo snel	1,5	5,2	1,5	5,2		
7	1,3	2,3	1,4	2,5	7	1,6	5,5	1,6	5,8		
7: half vullen	1,3	2,3	1,4	2,5	7: half vullen	1,3	2,7	1,4	3,0		
7: 2x zo snel	1,4	3,2	1,4	3,5	7: 2x zo snel	1,5	5,2	1,7	6,1		

ORTHO-P (mgP/l)					ORTHO-P (mgP/l)					ORTHO-P (mgP/l)	
Variant	a	b	c	d	Variant	a	b	c	d	Variant	alle varianten
specie: steekvast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch		specie: steekvast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch			
maatregel: later	later	direct	direct		maatregel: later	later	direct	direct			
2	0,02	0,10	nvt	nvt	2	0,03	0,27	nvt	nvt	2	0,01
2: half vullen	0,02	0,10	nvt	nvt	2: half vullen	0,02	0,12	nvt	nvt	5	0,01
2: 2x zo snel	0,02	0,16	nvt	nvt	2: 2x zo snel	0,04	0,29	nvt	nvt	7	0,01
5	0,03	0,09	0,03	0,09	5	0,04	0,26	0,04	0,26		
5: half vullen	0,03	0,09	0,03	0,09	5: half vullen	0,03	0,11	0,03	0,11		
5: 2x zo snel	0,03	0,14	0,03	0,14	5: 2x zo snel	0,05	0,25	0,05	0,25		
7	0,03	0,09	0,02	0,09	7	0,04	0,26	0,03	0,27		
7: half vullen	0,03	0,09	0,02	0,09	7: half vullen	0,03	0,11	0,02	0,12		
7: 2x zo snel	0,03	0,14	0,02	0,15	7: 2x zo snel	0,05	0,25	0,04	0,29		

Tabel B9.2

Ter illustratie: complete spreadsheet van alternatief 7 voor de stof fenantreen

Variant 7a; 1^e jaar vulfase FENANTREEN

7a. Variant: Diepe schermwand tot op basis (pas na volledig vullen put) Inhoud put (m3): 800000
 Verticale schermwand, beheersing waterpeil binnen de damwand Beginconc. 0,03

Maand	Neer slag mg	Porien water mg	Instroming via taluds mg	Proces water mg	Totaal IN mg	Totale vracht in put mg	Totale volume put m3	Conc. in put ug/l	overschot m3	Totale vracht uit put mg	resterende volume put m3	resterende vracht put mg
jan	0	91	1464	0	1555	25555	842418	0,030	13552	411	791667	24015
feb	0	91	1464	0	1555	25570	832690	0,031	11557	355	783333	24055
mrt	0	91	1464	0	1555	25610	825533	0,031	11526	358	775000	24042
apr	0	91	1464	0	1555	25597	816312	0,031	8831	277	766667	24040
mei	0	91	1464	0	1555	25595	808734	0,032	7421	235	758333	24000
jun	0	91	1464	0	1555	25555	800954	0,032	7397	236	750000	23930
jul	0	91	1464	0	1555	25485	793135	0,032	7912	254	741667	23831
aug	0	91	1464	0	1555	25386	784490	0,032	8457	274	733333	23730
sep	0	91	1464	0	1555	25285	775829	0,033	10350	337	725000	23629
okt	0	91	1464	0	1555	25184	767909	0,033	12469	409	716667	23503
nov	0	91	1464	0	1555	25058	760277	0,033	14494	478	708333	23346
dec	0	91	1464	0	1555	24901	751826	0,033	14743	488	700000	23185
Jaartotaal	0	1092	17568	0	18660	304782		0,032	128709	4111		

Variant 7a; laatste jaar vulfase FENANTREEN

7a. Variant: Diepe schermwand tot op basis (pas na volledig vullen put) Inhoud put (m3): 100000
 Verticale schermwand, beheersing waterpeil binnen de damwand Beginconc. 0,03

Maand	Neer slag mg	Porien water mg	Instroming via taluds mg	Proces water mg	Totaal IN mg	Totale vracht in put mg	Totale volume put m3	Conc. in put mg/l	overschot m3	Totale vracht uit put mg	resterende volume put m3	resterende vracht put mg
jan	0	91	122	0	213	3213	108868	0,030	13552	400	91667	2705
feb	0	91	122	0	213	2918	99140	0,029	11557	340	83333	2453
mrt	0	91	122	0	213	2666	91983	0,029	11526	334	75000	2174
apr	0	91	122	0	213	2387	82762	0,029	8831	255	66667	1923
mei	0	91	122	0	213	2136	75184	0,028	7421	211	58333	1657
jun	0	91	122	0	213	1870	67404	0,028	7397	205	50000	1387
jul	0	91	122	0	213	1600	59585	0,027	7912	212	41667	1119
aug	0	91	122	0	213	1332	50940	0,026	8457	221	33333	872
sep	0	91	122	0	213	1085	42279	0,026	10350	266	25000	641
okt	0	91	122	0	213	854	34359	0,025	12469	310	16667	414
nov	0	91	122	0	213	627	26727	0,023	14494	340	8333	196
dec	0	91	122	0	213	409	18276	0,022	14743	330	0	0
Jaartotaal	0	1092	1464	0	2556	21097		0,027	128709	3424		

Variant 7a; eindfase FENANTREEN

7a. Variant: Diepe schermwand tot op basis (pas na volledig vullen put) Inhoud put (m3): 77900
 Verticale schermwand, beheersing waterpeil binnen de damwand Beginconc. 0,03

Maand	Neer slag mg	Porien water mg	Grond water mg	Totaal IN mg	Totale vracht in put mg	Totale volume put m3	Conc. in put ug/l	overschot m3	Totale vracht uit put mg	resterende volume put m3	resterende vracht put mg
jan	0	0	0	0	2337	83018	0,028	4518	127	77900	2210
feb	0	0	0	0	2210	81624	0,027	2524	68	77900	2141
mrt	0	0	0	0	2141	82800	0,026	2493	64	77900	2077
apr	0	0	0	0	2077	81912	0,025	0	0	77697	2077
mei	0	0	0	0	2077	82465	0,025	0	0	76287	2077
jun	0	0	0	0	2077	81608	0,025	0	0	76264	2077
jul	0	0	0	0	2077	82099	0,025	0	0	76778	2077
aug	0	0	0	0	2077	82301	0,025	0	0	77324	2077
sep	0	0	0	0	2077	82519	0,025	1317	33	77900	2044
okt	0	0	0	0	2044	83509	0,024	3435	84	77900	1960
nov	0	0	0	0	1960	84210	0,023	5461	127	77900	1833
dec	0	0	0	0	1833	84093	0,022	5710	124	77900	1708
Jaartotaal	0	0	0	0	24987		0,025	25458	629		

Variant 7b; 1^e jaar vulfase FENANTREEN

7b. Variant: Diepe schermwand tot op basis (pas na volledig vullen put)

Inhoud put (m3):

800000

Beginconc.

0,03

Maand	Neer slag	Porien water	Instroming via taluds	Proces water	Totaal IN	Totale vracht in put	Totale volume put	Conc. in put	overschot	Totale vracht uit put	resterende volume put	resterende vracht put
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	m3	ug/l	m3	mg	m3	mg
jan	0	91	1464	3792	5347	29347	871585	0,034	42718	1438	791667	26656
feb	0	91	1464	3792	5347	32002	861857	0,037	40724	1512	783333	29087
mrt	0	91	1464	3792	5347	34433	854700	0,040	40693	1639	775000	31223
apr	0	91	1464	3792	5347	36569	845479	0,043	37997	1643	766667	33160
mei	0	91	1464	3792	5347	38507	837901	0,046	36587	1681	758333	34850
jun	0	91	1464	3792	5347	40197	830121	0,048	36564	1771	750000	36317
jul	0	91	1464	3792	5347	41664	822301	0,051	37078	1879	741667	37578
aug	0	91	1464	3792	5347	42925	813656	0,053	37624	1985	733333	38688
sep	0	91	1464	3792	5347	44034	804996	0,055	39517	2162	725000	39658
okt	0	91	1464	3792	5347	45005	797075	0,056	41635	2351	716667	40465
nov	0	91	1464	3792	5347	45812	789443	0,058	43661	2534	708333	41105
dec	0	91	1464	3792	5347	46451	780993	0,059	43910	2612	700000	41634
Jaartotaal	0	1092	17568	45500	64160	476947		0,048	478709	23207		

Variant 7b; laatste jaar vulfase FENANTREEN

7b. Variant: Diepe schermwand tot op basis (pas na volledig vullen put)

Inhoud put (m3):

100000

Verticale schermwand, beheersing waterpeil binnen de damwand

Beginconc.

0,03

Maand	Neer slag	Porien water	Instroming via taluds	Proces water	Totaal IN	Totale vracht in put	Totale volume put	Conc. in put	overschot	Totale vracht uit put	resterende volume put	resterende vracht put
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	m3	mg/l	m3	mg	m3	mg
jan	0	91	122	3792	4005	7005	138035	0,051	42718	2168	91667	4652
feb	0	91	122	3792	4005	8656	128307	0,067	40724	2747	83333	5622
mrt	0	91	122	3792	4005	9627	121150	0,079	40693	3234	75000	5960
apr	0	91	122	3792	4005	9964	111929	0,089	37997	3383	66667	5935
mei	0	91	122	3792	4005	9940	104351	0,095	36587	3485	58333	5556
jun	0	91	122	3792	4005	9561	96571	0,099	36564	3620	50000	4950
jul	0	91	122	3792	4005	8955	88751	0,101	37078	3741	41667	4204
aug	0	91	122	3792	4005	8209	80106	0,102	37624	3855	33333	3416
sep	0	91	122	3792	4005	7420	71446	0,104	39517	4104	25000	2597
okt	0	91	122	3792	4005	6601	63525	0,104	41635	4327	16667	1732
nov	0	91	122	3792	4005	5737	55893	0,103	43661	4481	8333	855
dec	0	91	122	3792	4005	4860	47443	0,102	43910	4498	0	0
Jaartotaal	0	1092	1464	45500	48056	96535		0,091	478709	43643		

Variant 7b; eindfase FENANTREEN

7b Variant: Diepe schermwand tot op basis (pas na volledig vullen put)

Inhoud put (m3):

77900

Verticale schermwand, beheersing waterpeil binnen de damwand

Beginconc.

0,03

Maand	Neer slag	Porien water	Grond water	Totaal IN	Totale vracht in put	Totale volume put	Conc. in put	overschot	Totale vracht uit put	resterende volume put	resterende vracht put
	mg	mg	mg	mg	mg	m3	ug/l	m3	mg	m3	mg
jan	0	0	0	0	2337	83018	0,028	4518	127	77900	2210
feb	0	0	0	0	2210	81624	0,027	2524	68	77900	2141
mrt	0	0	0	0	2141	82800	0,026	2493	64	77900	2077
apr	0	0	0	0	2077	81912	0,025	0	0	77697	2077
mei	0	0	0	0	2077	82465	0,025	0	0	76287	2077
jun	0	0	0	0	2077	81608	0,025	0	0	76264	2077
jul	0	0	0	0	2077	82099	0,025	0	0	76778	2077
aug	0	0	0	0	2077	82301	0,025	0	0	77324	2077
sep	0	0	0	0	2077	82519	0,025	1317	33	77900	2044
okt	0	0	0	0	2044	83509	0,024	3435	84	77900	1960
nov	0	0	0	0	1960	84210	0,023	5461	127	77900	1833
dec	0	0	0	0	1833	84093	0,022	5710	124	77900	1708
Jaartotaal	0	0	0	0	24987		0,025	25458	629		

Variant 7c; 1^e jaar vulfase FENANTREEN

7c. Variant: Diepe schermwand tot op basis (voor vullen put)

Inhoud put (m3):

800000

Beginconc.

0,03

Maand	Neer slag	Porien water	Instroming via taluds	Proces water	Totaal IN	Totale vracht in put	Totale volume put	Conc. in put	overschot	Totale vracht uit put	resterende volume put	resterende vracht put
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	m3	ug/l	m3	mg	m3	mg
jan	0	91	0	0	91	24091	805818	0,030	13552	405	791667	23668
feb	0	91	0	0	91	23759	796090	0,030	11557	345	783333	23378
mrt	0	91	0	0	91	23469	788933	0,030	11526	343	775000	23055
apr	0	91	0	0	91	23146	779712	0,030	8831	262	766667	22758
mei	0	91	0	0	91	22849	772134	0,030	7421	220	758333	22441
jun	0	91	0	0	91	22532	764354	0,029	7397	218	750000	22109
jul	0	91	0	0	91	22200	756535	0,029	7912	232	741667	21764
aug	0	91	0	0	91	21855	747890	0,029	8457	247	733333	21429
sep	0	91	0	0	91	21520	739229	0,029	10350	301	725000	21106
okt	0	91	0	0	91	21197	731309	0,029	12469	361	716667	20773
nov	0	91	0	0	91	20864	723677	0,029	14494	418	708333	20421
dec	0	91	0	0	91	20512	715226	0,029	14743	423	700000	20076
Jaartotaal	0	1092	0	0	1092	267994		0,029	128709	3775		

Variant 7c; laatste jaar vulfase FENANTREEN

7c. Variant: Diepe schermwand tot op basis (voor vullen put)

Inhoud put (m3):

100000

Verticale schermwand, beheersing waterpeil binnen de damwand

Beginconc.

0,03

Maand	Neer slag	Porien water	Instroming via taluds	Proces water	Totaal IN	Totale vracht in put	Totale volume put	Conc. in put	overschot	Totale vracht uit put	resterende volume put	resterende vracht put
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	m3	mg/l	m3	mg	m3	mg
jan	0	91	0	0	91	3091	105818	0,029	13552	396	91667	2678
feb	0	91	0	0	91	2769	96090	0,029	11557	333	83333	2401
mrt	0	91	0	0	91	2492	88933	0,028	11526	323	75000	2102
apr	0	91	0	0	91	2193	79712	0,028	8831	243	66667	1834
mei	0	91	0	0	91	1925	72134	0,027	7421	198	58333	1557
jun	0	91	0	0	91	1648	64354	0,026	7397	189	50000	1280
jul	0	91	0	0	91	1371	56535	0,024	7912	192	41667	1010
aug	0	91	0	0	91	1101	47890	0,023	8457	195	33333	767
sep	0	91	0	0	91	858	39229	0,022	10350	226	25000	547
okt	0	91	0	0	91	638	31309	0,020	12469	254	16667	339
nov	0	91	0	0	91	430	23677	0,018	14494	263	8333	151
dec	0	91	0	0	91	242	15226	0,016	14743	235	0	0
Jaartotaal	0	1092	0	0	1092	18757		0,024	128709	3047		

Variant 7c; eindfase FENANTREEN

7c. Variant: Diepe schermwand tot op basis (pas na volledig vullen put)

Inhoud put (m3):

77900

Verticale schermwand, beheersing waterpeil binnen de damwand

Beginconc.

0,03

Maand	Neer slag	Porien water	Grond water	Totaal IN	Totale vracht in put	Totale volume put	Conc. in put	overschot	Totale vracht uit put	resterende volume put	resterende vracht put
	mg	mg	mg	mg	mg	m3	ug/l	m3	mg	m3	mg
jan	0	0	0	0	2337	83018	0,028	4518	127	77900	2210
feb	0	0	0	0	2210	81624	0,027	2524	68	77900	2141
mrt	0	0	0	0	2141	82800	0,026	2493	64	77900	2077
apr	0	0	0	0	2077	81912	0,025	0	0	77697	2077
mei	0	0	0	0	2077	82465	0,025	0	0	76287	2077
jun	0	0	0	0	2077	81608	0,025	0	0	76264	2077
jul	0	0	0	0	2077	82099	0,025	0	0	76778	2077
aug	0	0	0	0	2077	82301	0,025	0	0	77324	2077
sep	0	0	0	0	2077	82519	0,025	1317	33	77900	2044
okt	0	0	0	0	2044	83509	0,024	3435	84	77900	1960
nov	0	0	0	0	1960	84210	0,023	5461	127	77900	1833
dec	0	0	0	0	1833	84093	0,022	5710	124	77900	1708
Jaartotaal	0	0	0	0	24987		0,025	25458	629		

Variant 7d; 1^e jaar vulfase FENANTREEN

7d. Variant: Diepe schermwand tot op basis (voor vullen put)

 Inhoud put (m3): 800000
 Beginconc. 0,03

Maand	Neer	Porien	Instroming	Proces	Totaal IN	Totale vracht	Totale	Conc.		Totale vracht	resterende	resterende
	slag	water	via taluds	water	mg	in put	volume put	in put	overschot	uit put	volume put	vracht put
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	m3	ug/l	m3	mg	m3	mg
jan	0	91	0	3792	3883	27883	834985	0,033	42718	1426	791667	26436
feb	0	91	0	3792	3883	30319	825257	0,037	40724	1496	783333	28779
mrt	0	91	0	3792	3883	32661	818100	0,040	40693	1625	775000	30941
apr	0	91	0	3792	3883	34823	808879	0,043	37997	1636	766667	33006
mei	0	91	0	3792	3883	36889	801301	0,046	36587	1684	758333	34911
jun	0	91	0	3792	3883	38793	793521	0,049	36564	1788	750000	36666
jul	0	91	0	3792	3883	40548	785701	0,052	37078	1914	741667	38276
aug	0	91	0	3792	3883	42158	777056	0,054	37624	2041	733333	39786
sep	0	91	0	3792	3883	43669	768396	0,057	39517	2246	725000	41203
okt	0	91	0	3792	3883	45085	760475	0,059	41635	2468	716667	42488
nov	0	91	0	3792	3883	46371	752843	0,062	43661	2689	708333	43629
dec	0	91	0	3792	3883	47512	744393	0,064	43910	2803	700000	44678
Jaartotaal	0	1092	0	45500	46592	466712		0,050	478709	23816		

Variant 7d; laatste jaar vulfase FENANTREEN

7d. Variant: Diepe schermwand tot op basis (voor vullen put)

 Inhoud put (m3): 100000
 Beginconc. 0,03

Verticale schermwand, beheersing waterpeil binnen de damwand

Maand	Neer	Porien	Instroming	Proces	Totaal IN	Totale vracht	Totale	Conc.		Totale vracht	resterende	resterende
	slag	water	via taluds	water	mg	in put	volume put	in put	overschot	uit put	volume put	vracht put
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	m3	mg/l	m3	mg	m3	mg
jan	0	91	0	3792	3883	6883	134985	0,051	42718	2178	91667	4674
feb	0	91	0	3792	3883	8557	125257	0,068	40724	2782	83333	5693
mrt	0	91	0	3792	3883	9575	118100	0,081	40693	3299	75000	6081
apr	0	91	0	3792	3883	9964	108879	0,092	37997	3477	66667	6101
mei	0	91	0	3792	3883	9983	101301	0,099	36587	3606	58333	5749
jun	0	91	0	3792	3883	9632	93521	0,103	36564	3766	50000	5149
jul	0	91	0	3792	3883	9032	85701	0,105	37078	3908	41667	4391
aug	0	91	0	3792	3883	8274	77056	0,107	37624	4040	33333	3579
sep	0	91	0	3792	3883	7462	68396	0,109	39517	4311	25000	2727
okt	0	91	0	3792	3883	6610	60475	0,109	41635	4551	16667	1822
nov	0	91	0	3792	3883	5704	52843	0,108	43661	4713	8333	900
dec	0	91	0	3792	3883	4782	44393	0,108	43910	4730	0	0
Jaartotaal	0	1092	0	45500	46592	96458		0,095	478709	45361		

Variant 7d; eindfase FENANTREEN

7d Variant: Diepe schermwand tot op basis (pas na volledig vullen put)

 Inhoud put (m3): 77900
 Beginconc. 0,03

Verticale schermwand, beheersing waterpeil binnen de damwand

Maand	Neer	Porien	Grond	Totaal IN	Totale vracht	Totale	Conc.		Totale vracht	resterende	resterende
	slag	water	water	mg	in put	volume put	in put	overschot	uit put	volume put	vracht put
	mg	mg	mg	mg	mg	m3	ug/l	m3	mg	m3	mg
jan	0	0	0	0	2337	83018	0,028	4518	127	77900	2210
feb	0	0	0	0	2210	81624	0,027	2524	68	77900	2141
mrt	0	0	0	0	2141	82800	0,026	2493	64	77900	2077
apr	0	0	0	0	2077	81912	0,025	0	0	77697	2077
mei	0	0	0	0	2077	82465	0,025	0	0	76287	2077
jun	0	0	0	0	2077	81608	0,025	0	0	76264	2077
jul	0	0	0	0	2077	82099	0,025	0	0	76778	2077
aug	0	0	0	0	2077	82301	0,025	0	0	77324	2077
sep	0	0	0	0	2077	82519	0,025	1317	33	77900	2044
okt	0	0	0	0	2044	83509	0,024	3435	84	77900	1960
nov	0	0	0	0	1960	84210	0,023	5461	127	77900	1833
dec	0	0	0	0	1833	84093	0,022	5710	124	77900	1708
Jaartotaal	0	0	0	0	24987		0,025	25458	629		

**Bijlage 10 Droge en natte specie; voor-
en nadelen**

Bijlage 10 Droge en natte specie; voor- en nadelen

1.1 Hoe nat of droog wordt de specie bij Drempt aangevoerd?

In Drempt wordt in eerste instantie baggerspecie geborgen die al vrij is gekomen en nog vrij komt bij de sanering van de Oude IJssel. De sanering is al voor een deel uitgevoerd en de hierbij vrijgekomen specie is in de TOP ontzand en ontwaterd. De overige specie uit de Oude IJssel zal ook worden ontwaterd op de TOP. Na ontwatering op de TOP heeft deze specie het uiterlijk van klei, het kan met een kraan worden opgepakt en met een vrachtwagen worden verplaatst. De eerste laag specie die in de DOP wordt gebracht, is dus droge specie.

Voor de overige specie is op dit moment nog niet duidelijk hoe droog of nat deze specie wordt aangeleverd bij de put van Drempt. Aangezien de vergunning voor de TOP op 1 april 2003 afloopt, en deze vergunning niet kan worden verlengd, kan de overige specie niet op de TOP worden ontzand. De overige specie is ofwel elders ontzand ofwel zo zand-arm dat ontzanding niet haalbaar of rendabel is. De specie die elders ontzand is, kan zowel direct na de ontzanding, dus nat, naar Drempt worden gebracht, als eerst worden ontwaterd, en droog naar Drempt worden gebracht. De zandarme specie kan ook eerst elders worden ontwaterd, maar kan ook direct na het baggeren, dus nat, naar Drempt worden gebracht.

Op het werkterrein dat zal worden ingericht ten behoeve van de overslag van specie, zal niet genoeg ruimte zijn om specie te ontzanden, of om natte specie te ontwateren. Hoogstens zal er ruimte zijn om al min of meer steekvaste specie nog iets verder te ontwateren.

Deze mogelijkheden worden in de onderstaande tabel B10.1 weergegeven

Tabel B 10.1 *Mogelijkheden droge of natte aanvoer in Drempt*

partijen	behandeling elders		behandeling in TOP Drempt		bergen in DOP Drempt		
	ontzanden	ontwateren	ontzanden	ontwateren	droog	nat	onbekend
1 ^e deel Oude IJssel	-	-	X	X	X		
2 ^e deel Oude IJssel	-	-	?	X	X		
grote partijen zandrijk	X	?	-	-			X
kleine partijen zandrijk	X	?	-	?			X
grote of kleine partijen zand-arm	-	?	-	?			X

X = waarschijnlijk

1.2 Hoe kan de natte en droge specie in het depot worden gestort?

Verschillende partijen onbehandelde specie kunnen heel verschillende eigenschappen hebben. De specie kan afkomstig zijn van een baggerwerk waar met een kraan wordt gebaggerd (geknepen specie) of afkomstig zijn van een werk waar door middel van een cutterzuiger is gebaggerd. Gecutterde specie is min of meer vloeibaar, het is een water-slib mengsel met een laag drogestofgehalte. Geknepen specie bevat over het algemeen veel minder water, maar is vaak niet steekvast (zoals ontwaterde specie vaak wel is).

Specie tot een droge stof gehalte van ongeveer 30% kan door middel van een pomp direct uit een schip, via een leiding, in een depot worden gepompt. De specie wordt 'hydraulisch' ingebracht. Wanneer de specie te vast is om direct te verpompen, kan desgewenst water aan de specie worden toegevoegd, zodat het mengsel dan alsnog kan worden verpompt.

Droge, dus ontwaterde specie (of heel droge geknepen specie), kan ook met een kraan uit het schip worden gehaald vervolgens droog in het depot worden gebracht.

1.3 Verschillen in inklinking tussen natte en droge specie

Eenmaal gestort gaat de baggerspecie onder het eigen gewicht inklinken. Uiteindelijk wordt de specie zeer vast, het krijgt een dichtheid die groter is dan de dichtheid die de specie heeft als het nog in een watergang ligt. De bovenkant van de specie die in het depot ligt, zakt dus in de loop van de tijd in. Dit proces wordt consolidatie genoemd.

In MER Drempt I is uitgegaan van een inklinking (consolidatie) van de specie van 10%. Dit betrof ontwaterde specie, die al een deel van de consolidatie heeft doorgemaakt. Omdat de dikte van het speciepakket, van het diepste deel van de put tot het wateroppervlak ongeveer 19 m is, zal de baggerspecie uiteindelijk ongeveer 2 m inklinken. Wanneer tot een hoogte van 0,5 m boven de waterspiegel wordt gestort, ontstaat een plas met een diepte van 1,5 m. Aan de randen, waar de specielaag dunner is, zal minder inklinking optreden. Wanneer het depot op één hoogte wordt volgestort, zal uiteindelijk een kuil ontstaan.

Hydraulisch ingebrachte specie, dus specie die nat in het depot wordt gepompt, consolideert sterker dan ontwaterde specie. Bij natte specie moet de consolidatie na het inbrengen nog helemaal beginnen. Het ontwateren van de specie in depot (onder water) kost meer tijd dan boven water (bijvoorbeeld in de TOP), omdat het water een 'opwaartse kracht' geeft en de specie dus als het ware minder zwaar is onder water. Vanuit oogpunt van exploitatie is dat ongunstig, omdat de natte specie gedurende lange tijd veel ruimte inneemt, terwijl het gewenst is om in zo kort mogelijke tijd zoveel mogelijk specie te bergen.

De berekeningen uitgevoerd in het kader van MER Kaliwaal komen uit op een consolidatie van ruim 20%, (in 40 jaar) bij het alleen hydraulisch storten van natte specie in een diepe put.

Wanneer in Drempt bijvoorbeeld de helft van de specie hydraulisch zou worden ingebracht, zou uitgegaan kunnen worden van een consolidatie tussen de 10% en de 20%, dus van 15%. Bij vulling tot 0,5 m boven de waterspiegel, ontstaat dan een plas met een diepte van 2,5 m onder de waterspiegel.

In beide gevallen moet er rekening mee worden gehouden dat er op de specie nog een schone laag met een dikte van 1 m wordt aangebracht. Hierdoor ontstaat in de eindfase een waterdiepte van respectievelijk 0,5 m (alleen steekvast) en 1,5 (steekvast en hydraulisch).

1.4 Natte en droge specie in relatie tot de waterbalans

Als er specie in de put wordt gestort, is er water in de put 'over'. Dit zogenaamde wateroverschot zal groter zijn dan in de huidige situatie, omdat er nu alleen regenwater (het zogenaamde neerslagoverschot) in de put terecht komt. Tijdens het storten van de baggerspecie wordt er water door de gestorte specie 'verdrongen': verdringingswater. Wanneer de specie hydraulisch wordt ingebracht, ontstaat er veel meer verdringingswater dan bij het storten van droge specie. Er wordt dan immers veel meer water mee in het depot gebracht dan bij het storten van droge (steekvaste) specie. Vooral als aan de specie (in het schip) water wordt toegevoegd, om de specie beter te kunnen verpompen, komt er een groot wateroverschot in het depot.

Het wateroverschot bij droog storten (steekvast) en bij nat storten (hydraulisch) is berekend. Dit is gedaan voor verschillende isolatie-alternatieven (zie hoofdstuk 6). Bij de berekening van het wateroverschot voor hydraulisch storten is uitgegaan van de situatie dat de specie in het schip wordt opgemengd met een factor 3 aan water uit de Oude IJssel, en dat dit mengsel vervolgens in de put wordt gepompt. Hierbij is, als worst-case, uitgegaan van volledig hydraulisch vullen. De uitgebreide berekeningen zijn opgenomen in bijlage 8. Voor uitleg over de alternatieven wordt verwezen naar hoofdstuk 6. Samengevat zijn de resultaten als volgt (zie tabel B 10.2):

Tabel B 10.2 *Overzicht wateroverschot bij verschillende isolatie-alternatieven, in m³ per jaar.*

periode	alternatief 2: isolatie laag		alternatief 5: interceptie met verticale bronnen		alternatief 7: isolatie en beheersing met diep verticaal scherm	
	steekvast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch	steekvast	hydraulisch
begin vulfase	130.000	4,3 miljoen	65.000	4,3 miljoen	130.000	4,3 miljoen
einde vulfase	130.000	4,3 miljoen	120.000	4,3 miljoen	130.000	4,3 miljoen
eindfase	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000

Voor het wateroverschot bij de alternatieven waarbij grondwater wordt onttrokken (de alternatieven 5 en 7) maakt het enigszins verschil in het wateroverschot of de onttrekkingen vanaf het begin plaatsvinden, dus direct bij het begin van de vulfase, of dat de onttrekkingen pas gaan plaatsvinden na het vullen van het depot. Deze onttrekkingen beïnvloeden namelijk de uitstroming van grondwater naar het depot en daarmee ook het wateroverschot. Extra uitstroming van water in de put naar de omgeving zorgt ervoor dat het wateroverschot in de put iets kleiner wordt.

Er is in de berekeningen van de waterbalans vanuit gegaan dat het wateroverschot wordt geloosd op oppervlaktewater in de omgeving. Zou dit niet gebeuren, dan ontstaat er een hoger peil in de put dan het peil van het omringende grondwater. Dit peilverschil kan er dan voor zorgen dat het water in de put, door de taluds van de put, naar het grondwater stroomt. Het is enigszins afhankelijk van de vorm van isolatie van het depot hoe bezwaarlijk dit is. Bijvoorbeeld: als er een schermwand aanwezig is, is het niet bezwaarlijk dat er water uit de put naar het grondwater stroomt: dit water wordt vervolgens toch weer onttrokken aan de binnenzijde van de schermwand.

Met behulp van de waterbalansen is vervolgens uitgerekend wat de waterkwaliteit in de put zal zijn, bij steekvast en hydraulisch storten. Dit is van belang voor de lozing van het wateroverschot op oppervlaktewater. Hierop wordt ingegaan in hoofdstuk 9.

**Bijlage 11 Methode analytische ver-
spreidingsberekeningen**

Bijlage 11 Methode analytische verspreidingsberekeningen

Bij het analytisch beschouwen van de verspreidingen vanuit het depot is gebruik gemaakt van de volgende oplossingen:

$$C_{l,t} = \frac{C_0}{2} \left[\operatorname{erfc} \left(\frac{RL - vt}{\sqrt{4D_L Rt}} \right) + \exp \left(\frac{vL}{D_L} \right) \operatorname{erfc} \left(\frac{RL + vt}{\sqrt{4D_L Rt}} \right) \right]$$

Waarin:

$C_{l,t}$	concentratie ter plaatse van diepte l in het bodemprofiel op tijdstip t
C_0	startconcentratie op $l = 0$ (= concentratie van het infiltratiewater)
R	retardatiefactor (= $1 + K_d \cdot \text{bulkdichtheid bodem/porositeit}$)
D_L	longitudinale dispersie-coëfficiënt (=longitudinale dispersielengte * stroomsnelheid)
v	stroomsnelheid (= inkomend debiet/porositeit)
L	beschouwde diepte in het bodemprofiel
t	beschouwd tijdstip

Deze analytische oplossing kan worden gebruikt bij het bepalen van het advectief transport in een kolom, rekening houdend met dispersie.

Na verloop van tijd wordt het advectief transport kleiner dan 2 mm/jaar. Stoftransport wordt dan gedomineerd door diffusie. Voor diffusie geldt de wet van Fick:

$$J_{\text{diff}} = -D_d \nabla C$$

Waarin:

J_{diff} = massa fluxdichtheid ten gevolge van diffusie

D_d = diffusiecoëfficiënt

∇C = concentratiegradiënt

Bijlage 12 Indicatie kwaliteit baggerspecie in de Oude IJssel

Analyse-resultaten van het Oriënterend Onderzoek km 15 - 20 van de Oude IJssel (Partij C) [21]

Locatie (km)	Bodemlaag (cm)	Klasse	Parameters	Datum
15,5	0 - 40	3	Ni,PCB,DDT	12/93
	40 - 90	0	-	
	90 - 100	0	-	
16,5	0 - 40	2	PAK,PCB	12/93
	40 - 100	3	PAK,PCB,DDT	
	100 - 170	0	-	
17,0	toplaag	4	Olie	08/93
	toplaag	2	PAK	
17,1	toplaag	4	Cu,Zn	08/94
17,35	toplaag	4	Zn,Cu	10/94
17,4	toplaag	2	Zn,Cd,Cu,PCB	08/93
	onderlaag	3	PCB	
	45 - 100	4	Zn	03/95
17,45	toplaag	4	ZN	10/94
17,8	toplaag	2	Cu,Ni	
	0 - 35	3	Cu,Ni,PCB,DDT	03/95
18,1	toplaag	4	Cd,Zn,Cr,As	08/94
18,2	0 - 35	2	Cd,Cu,Ni,PCB,DDT,Olie	03/95
18,3	toplaag	4	Zn,As	08/94
18,6	toplaag	3	PCB,DDT	
	0 - 30	1	Zn,DDT	03/95
18,9	toplaag	3	PCB	08/94
19,0	10 - 65	3	Cu,Ni	03/95
19,4	0 - 37	1	Zn	
	47 - 74	1	Cd,Zn	
	0 - 40	3	Ni	
	40 - 85	2	Ni,DDT	
19,6	toplaag	3	Cu,Ni	08/94
19,8	0 - 55	3	DDT	03/95
	55 - 85	4	Zn	
20,0	toplaag	4	Zn,As	10/85

**Bijlage 13 Speciekwaliteit verschillende
waterbeheerders in Gelder-
land**

Bijlage 13 Speciekwaliteit verschillende waterbeheerders in Gelder- land

In de onderstaande tabel is de gemiddelde samenstelling van klasse 4 bagger-specie in de beheersgebieden van het Waterschap Rijn en IJssel en het Waterschap Veluwe weergegeven. Deze gemiddelde samenstellingen zijn reeds in het kader van het Milieu-effectrapport Baggerspeciedepot Kaliwaal (1996) [22] bepaald en vormen een indicatie voor de mogelijke kwaliteit van de overige specie (partij D) die voor stort in het definitieve depot wordt aangeboden. De klasse-bepalende parameters zijn met een sterretje (*) weergegeven.

Tabel B13.1 Gemiddelde samenstelling klasse 4 specie in verschillende waterbeheerders in provincie Gelderland (alle gehalten in mg/kg)

Parameters	Waterschap Rijn en IJssel	Waterschap Veluwe	Rivierenland	Rijkswaterstaat
Droge stof (%)	38,6	47,5	42,6	53,2
< 63 µm (%)	45,9	29,7	-	52,5
< 16µm (%)	16,5	6,5	35,6	37,4
< 2 µm (%)	11,2	5,5	22,1	20,1
Calciet (%)	3,7	0,7	-	10,7
Organische stof (%)	11,5	10,8	10,3	9,4
Cd	9,0	2,0	1,4	13,0 (*)
Cr	157,5	62,4	64,5	219,6
Cu	104,2	167,0 (*)	66,5	198,1 (*)
Hg	1,2	1,4	0,2	4,4
Ni	47,0	41,2	39,2	49,4
Pb	447,7	171,9	112,2	290,8
Zn	1601,2 (*)	1041,5 (*)	599,8	1107,5 (*)
As	71,6 (*)	39,5 (*)	58,7 (*)	53,4
Minerale olie	5532,7	2912,3	503,5	1534,2
10 PAK VROM	29,2	12,8	5,7	11,8
Fluorantheen	7,5	3,6	1,6	3,5
Benzo(a)pyreen	2,0	1,2	0,6	1,2
PCB 28	0,1740	0,048	0,0012	0,1330
PCB 52	0,0584	0,0169	0,0011	0,1134
PCB 101	0,0154	0,0430	0,0008	0,0993
PCB 118	0,0095	0,0212	0,0012	0,0535
PCB 138	0,0177	0,0549	0,0030	0,0848
PCB 153	0,0172	0,0473	0,0022	0,0969
PCB 180	0,0113	0,0304	0,0015	0,0419
γ-HCH	0,0010	0,0006	0,0005	0,0028
HCB	0,0040	0,0014	0,0005	0,0519

**Bijlage 14 Overzichtstabel locatiekeuze
MER Drempt I**

Voorkeursvolgorde van de locaties volgens de drie visies

Geohydrologisch gerichte visie	Natuurgerichte visie	Tussenvisie
1: Oosterhoutsche Waarden	1: Oosterhoutsche Waarden	1: Oosterhoutsche Waarden
2: Havikerwaard	2: Drempt	2: Drempt
3: Drempt	2: Ingingsche Waarden	3: Havikerwaard
4: Heteren	2: Kerkenwaard	4: Heteren
5: Kerkenwaard	5: IJzendoorn	4: Ingingsche Waarden
5: Ingingsche Waarden	6: Gamerensche Waarden	6: Kerkenwaard
5: Gouverneursche Polder	7: Gouverneursche Polder	7: Gouverneursche Polder
5: Gamersche Waarden	7: Heteren	7: IJzendoorn
9: Loowaard	9: Havikerwaard	7: Gamerensche Waarden
9: IJzendoorn	9: Cropsche Waard	10: Loowaard
11: Cropsche Waard	11: Loowaard	11: Cropsche Waard

**Bijlage 15 Eisen aan de ecologische ver-
bindingszone langs de Oude
IJssel**

Bijlage 15 Eisen aan de ecologische verbindingsszone langs de Oude IJssel

Zoals al is aangegeven zal het depot een deels natte eindbestemming krijgen waarbij de inrichting van de zandwinput moet aansluiten op de functie van de Oude IJssel als ecologische verbindingsszone. De zandwinput ligt in een omgeving met betrekkelijk geringe natuurwaarden, zeker wat betreft mogelijkheden om de inrichting van de put op aan te sluiten. Gezien de omvang van de put ligt het voor de hand deze in te richten als stapsteen voor de diersoorten die als doelsoorten zijn geselecteerd voor de nieuwe verbindingsszone langs de Oude IJssel. Dit betekent, dat de put als (tijdelijk) leefgebied voor deze dieren moet kunnen fungeren. Voor de nieuwe ecologische verbindingsszone langs de Oude IJssel is reeds een visie en een streefbeeld opgesteld. In een navolgend tekstkader is een overzicht gegeven van deze doelsoorten en hun biotoop-eisen. In tabel B19.1 is voor de doelsoorten een overzicht gegeven van de eisen die zij stellen aan de inrichting van zowel corridor als stapsteen binnen een ecologische verbindingsszone. Deze eisen vormen de basis voor de inrichting van de zandwinput.

Doelsoorten Ecologische Verbindingszone Oude IJssel en hun biotoop-eisen:

- Das : verbinding tussen populaties aan weerszijden van Doetinchem. In de toekomst uitwisseling met populaties op de Veluwe (de zandwinput vormt mogelijk een stapsteen);
- Waterspitsmuis : mogelijke verbinding tussen actueel leefgebied in IJsselvallei en potentiële leefgebieden langs de Oude IJssel;
- IJsvogel : verbinding tussen goede IJsvogelgebieden bij Winterswijk en Hummelo-Keppel; voorts versterking habitat in en rond Doetinchem. Bij de zandwinput mogelijkheden voor stapsteen;
- Ringslang : migratie vanuit IJsseldal in oostelijke richting;
- Kamsalamander : verbinding tussen Slangenburg / de Wrange en Hummelo-Keppel (de Oude IJssel kan dienen als leefgebied en migratiezone);
- Boomkikker : toekomstige migratie vanuit de Bumper / de Wrange in westelijke richting.;
- Weidebeekjuffer : migratie vanuit de Bielheimerbeek en bovenloop Oude IJssel naar het gebied westelijk van Doetinchem.

Met name voor Das, Ringslang, Kamsalamander en Boomkikker zijn stapstenen, los van het stromend water, van belang voor een ecologische verbindingsszone.

Samenvattend zijn voor deze soorten de volgende inrichtingselementen nodig voor een stapsteen:

- poelen van minimaal 60 cm diep en minimaal 100 m² oppervlakte, deels onbeschadwd;
- moerasvegetaties met een overgang van water naar land;
- braamstruweel bij de poelen;
- vochtige graslanden (foerageergebied Das);
- kleine bosjes met dichte beplanting (op lemig fijn zand, stevig genoeg voor de Das om betrouwbare gangen te kunnen graven).

Deze elementen zijn, met uitzondering van vochtig grasland, goed te realiseren bij inrichting van de gevulde zandwinput. Vochtig grasland, als foerageergebied van de Das, is reeds voldoende aanwezig in de naaste omgeving van de zandwinput en wordt daarom bij de inrichtingsschets voor de zandwinput zelf buiten beschouwing gelaten.

In figuur 7.1 is een 'praatplan' opgenomen van de mogelijk op termijn gewenste inrichting van de zandwinput. Een definitief inrichtingsplan zal in een later stadium worden gemaakt.

Voor de poelen is een goede waterkwaliteit van groot belang (schoon water met een goed doorzicht en een goede begroeiing met waterplanten, maar niet geheel dichtgegroeid). Zoals reeds in paragraaf 6.6 is aangegeven zal ten behoeve van de bescherming van het oppervlaktewater aan de bovenzijde van het depot een afdeklaag worden aangebracht zodat de met het naar boven uittredende consolidatiewater aangevoerde verontreinigingen worden afgevangen.

Het beheer van de eindbestemming (stapsteen) zal waarschijnlijk in handen komen van een natuurbeheerorganisatie.

Enkele beheersaspecten van de uitgewerkte inrichting zijn:

- bos inplanten, ook op dassenterp;
- braamstruweel: braam aanplanten, later af en toe boomopslag verwijderen;
- moeras: af en toe maaien (één keer per drie of vier jaar, gefaseerd);
- poelen: af en toe watervegetatie verwijderen (gefaseerd delen van poelen).

Tabel B 15.1 *Inrichtingseisen corridor en stapstenen van doelsoorten Ecologische verbindingzone Oude IJssel*

Inrichtingseisen corridor en stapstenen van doelsoorten
Ecologische Verbingszone Oude IJssel

Doelsoorten regionale EVZ Oude IJssel	Corridor		Stapstenen/habitat	
	Oeverinrichting	Breedte, diepte	Inrichting	Oppervlakte, afstand
Das	dekking in de vorm van opgaande beplanting (overigens niet aan de oever gebonden)	-	kleine bosjes met dichte beplanting (leef- en schuilgebied); laag gelegen, vochtige graslanden (foerageerbiotoop)	min. oppervlakte 1 ha
Waterspitsmuis	dichte (overhangende) oevervegetatie, steile oevers met veel holletjes	waterdiepte 75-100 cm (volw.); < 25 cm (juv.); breedte min. 75 cm	helder, stromend water met veel watervegetatie; niet door gesloten bos	leefgebied evenwijdig aan oever; gem. 0.75 x 250 m
Ijsvogel	overhangende takken	water ondiep, breder dan 2.5 m	steile oevers met holen, helder water, langzaam stromend,	3-4 paar langs een traject van 4 km
Ringslang	vochtige oevers, beschutte plekjes, dichtbegroeid	oever > 1 m breed	dichtbegroeide oevers, ruigtevegetaties van braam, jonge opslag loofhout, overgangsvegetaties	♂ 10-20 ha, ♀ 15-40 ha; dichtheid gem. 2-5/ha; min. 50 ha voor gezonde populatie
Kamsalamander	flauw hellend, steil onder water profiel geen probleem	-	poelen, min. 60 cm diep, dichte water- en oevervegetatie, deel poel onbeschadwd	oppervlakte poel 10-400 m ²
Boomkikker	corridor is struweel en ruigtekruiden-vegetatie (bij voorkeur met braam)	-	lage vegetatie, directe overgang van water naar land; goed ontwikkelde water- en oevervegetatie	oppervlakte poel minimaal 100m ² , echter niet te groot
Weidebeekjuffer	larven mijden glooiende oevers	water min. 60cm breed, stroming 5-70 cm/sec, min. 0.5 m ²	langs stromende wateren, dichte water- en oevervegetatie, min. 10-50 cm hoog, geen bomen	-

**Bijlage 16 Fluxberekeningen speciede-
pot Drempt, Waterloopkundig
Laboratorium, juni 1997**

Fluxberekeningen speciedepot Drempt

A.J. Wijdeveld

rapport

juni 1997

Inhoud

1	Inleiding	1-1
2	Geohydrologie rond depotlokatie.....	2-1
3	Beschouwde scenario's	3-1
4	Modelopzet	4-1
5	Specie eigenschappen.....	5-1
6	Resultaten	6-1
7	Conclusies	7-1
8	Literatuur	8-1

I Inleiding

In deze rapportage wordt verslag gedaan van de berekening van de flux (advectief plus diffusief) uit het gepland baggerspeciedepot Drempt (nabij Doesburg) langs de Oude IJssel. Op de lokatie van het geplande baggerspeciedepot is momenteel een zand-/grindwinput. Voor het vullen van deze put met baggerspecie wordt een MER gemaakt. De op dit moment voorziene berging van baggerspecie in het geplande baggerspeciedepot bedraagt 325.000 m³, nog aan te vullen met overige baggerspecie afkomstig van de waterbeheerders in Gelderland. Omdat de samenstelling van deze laatste baggerspeciefractie niet bekend is, is voor de fluxberekeningen uitgegaan van de speciekwaliteit van de twee belangrijkste fracties welke in het depot geborgen zullen worden, partij A (208.000 m³) en partij B (106.000 m³). Beide partijen zijn afkomstig uit het rivierpand van de Oude IJssel.

Voor de berekening van de flux uit het depot naar de ondergrond zijn verschillende inrichtingsvarianten (ook wel scenario's genoemd) doorgekend. De toegepaste scenario's zijn:

- Basisscenario: De baggerspecie wordt niet-gecompartimenteerd in het depot gestort. Er vindt ook geen isolatie plaats tussen de specie in het depot en het watervoerend pakket.
- Gecompartimenteerd berging: De schoonste baggerspeciepartij (partij B) wordt gebruikt als isolatielaag tussen partij A en het watervoerend pakket
- Isolatie met schone specie: Er wordt een één meter dikke isolatielaag aangebracht met schone specie (hoog organisch stofgehalte)
- Isolatie met schone klei: Er wordt een één meter dikke isolatielaag aangebracht met schone klei (laag organisch stofgehalte)
- Verdiepte variant: Het depot wordt zodanig verdiept dat de bodem komt te rusten op een dieper gelegen kleilaag.

Deze fluxen zijn bepaald met een eenvoudig kolommodel en zijn vervolgens vertaald naar het hele depot. Dit betekent dat de berekende waarden als indicatief gezien moeten worden. Voor het doel van de berekeningen, een schatting van de te verwachten flux naar de ondergrond voor de verschillende scenario's, geeft deze werkwijze voldoende informatie. Deze manier van schematiseren is door het Waterloopkundig Laboratorium eerder toegepast in een studie voor de flux uit baggerspeciedepots op vier lokaties in de provincie Utrecht in opdracht van Heidemij advies (WL, 1996).

Het in deze studie toegepaste modelinstrumentarium is SFYNXZ voor de 2D waterbeweging en STYXZ voor het stoftransport.

2 Geohydrologie rond depotlokatie

Geohydrologie speciedepot Drempt

Geo(hydro)logisch bestaat het gebied rond Doesburg uit een glaciaal bekken dat door het Montferland en de Veluwe wordt omsloten. Dit bekken is gevuld met zandig en kleilig materiaal van de Formatie van Drente, afgedekt met een klaag zandig materiaal van de Formatie van Kreftenheye. Deze laatste afzetting wordt lokaal afgewisseld met de Eem-Formatie die bestaat uit venige klei. De depotlokatie bevindt zich in een overgangsgebied waar het niet duidelijk is of de Eem-formatie wel-of niet aanwezig is. Ten zuidoosten van de lokatie is de laag niet aanwezig, ten noord westen ervan zeker wel. Boringen die voor de MER zijn uitgevoerd geven aan dat de kleilaag ter plekke van de depotlokatie nog net wel aanwezig is.

Het eerste watervoerende pakket bestaat uit de Formatie van Kreftenheye en de bovenzijde van de Formatie van Drente. Ter plekke van de depotlokatie wordt het slecht doorlatende materiaal van de onderzijde van de Formatie van Drente als de scheidende laag gezien. Het tweede watervoerende pakket ontbreekt hier. In het eerste watervoerende pakket is de Eem-formatie als een lokale scheidende laag aanwezig.

Uit twee boringen die bij de depotlokatie zijn uitgevoerd blijkt dat de dikte van de Formatie van Kreftenheye hier ongeveer 10 meter bedraagt. De dikte van de Eem-Formatie is ongeveer 4 meter. Onder andere uit informatie van duikers blijkt dat de onderzijde van het depot door de Eem-Formatie steekt. De bodem van het depot ligt dus in het tweede deel van het watervoerende pakket. Dit bestaat uit ongeveer 10 meter zandig materiaal van de Formatie van Drente. De basis van het eerste watervoerende pakket wordt gevormd door een klei-afzetting die op een diepte van 26.5 meter onder maaiveld begint.

De grondwaterstroming in het gebied rond de depotlokatie wordt gedomineerd door de infiltratie van oppervlaktewater. Het peil van de oude IJssel, ten zuiden van de depotlokatie, ligt ongeveer 2.5 meter hoger dan dat van de IJssel die zich ten westen en ten noorden van de depotlokatie bevindt. Dit betekent dat vanuit de oude IJssel water infiltreert, dat vervolgens via het eerste watervoerende pakket in noordwestelijke richting onder de depotlokatie naar de IJssel stroomt. Dit water kwelt vervolgens in de IJssel weer op.

De stroomsnelheid van het grondwater in het eerste watervoerende pakket kan geschat worden uit de gradiënt van de isohypsen en de transmissiviteit van het pakket. Uit de grondwaterkaart blijkt dat de gradiënt ter plekke van de depotlokatie ongeveer 0.8 m/km bedraagt (stijghoogte verloopt van 9 naar 7 meter over een afstand van ongeveer 2.5 km). De transmissiviteit van het eerste watervoerende pakket is ongeveer 1000 m²/dag. De dikte van dit pakket is bij de depotlokatie ongeveer 25 meter. Met de wet van Darcy kan vervolgens bepaald worden dat de stroomsnelheid van het grondwater in het eerste watervoerende pakket ongeveer 0.032 m/dag ofwel ongeveer 12 m/jaar bedraagt.

3 Beschouwde scenario's

Voor de inrichting van het depot zijn meerdere inrichtingsvarianten (verder aangeduid als scenario's). De verschillende scenario's waarvoor een fluxberekening is uitgevoerd zijn als volgt opgebouwd:

Basisscenario:

Homogeen gemengde baggerspecie, bestaande uit zowel partij A als partij B. Er wordt geen isolatielaag tussen de specie en het watervoerend pakket aangebracht.

Gecompartimenteerd bergem:

De schonere partij B wordt gebruikt als isolatielaag tussen partij A en het watervoerend pakket. Uitgaande van de afmetingen en diepte van het depot en de beschikbare hoeveelheid partij B komt de dikte van de isolatielaag neer op ongeveer één meter.

Isolatie met schone specie:

In plaats van partij B wordt een isolatielaag van één meter aangebracht met schone specie. Het organisch materiaalgehalte is gelijk aan dat van de depotspecie (11% OM). Partij A en B worden gemengd geborgen in het centrale deel van het depot.

Isolatie met schone klei:

In principe dezelfde opzet als isolatie met schone specie, alleen bedraagt het organisch stofgehalte geen 11% maar 1% (oftewel 0,5% organisch koolstof). De hoeveelheid organisch materiaal in de isolatielaag bepaald de tijdschaal waarop een organische microverontreiniging doorbreekt. Partij A en B worden gemengd geborgen.

Verdiepte variant:

Het depot wordt verdiept totdat de bodem grenst aan de kleilaag aan de onderkant van het watervoerend pakket. De uitloging vanuit de bodem neemt hierdoor sterk af, maar het taludoppervlak neemt toe. Partij A en B worden gemengd geborgen en er wordt geen isolatie toegepast.

Voor alle scenario's geldt dat de uitloging is vastgesteld voor een depot dat uitsluitend gevuld is met specie van partij A en B (beide afkomstig uit de Oude IJssel). De capaciteit van het depot is echter groter dan het totaal ontwaterd volume van partij A en B. Nadat partij A en B gestort zijn, zal het depot tot aan de aan te brengen leeflaag worden gevuld met overige baggerspecie, afkomstig van de regionale waterbeheerders in Gelderland. De mate waarin deze baggerspecie verontreinigd is is echter minder dan de mate van verontreiniging van partij A en B. Het storten van deze regionale baggerspecie in het depot levert dan ook geen verhoogde depotflux op. Bovendien wordt deze regionale baggerspecie gestort nadat partij A en B gestort zijn, zodat de regionale baggerspecie nauwelijks rechtstreeks in contact komt met de bodem of het talud van het depot. Er vindt dan ook nauwelijks uitloging van de regionale baggerspecie plaats.

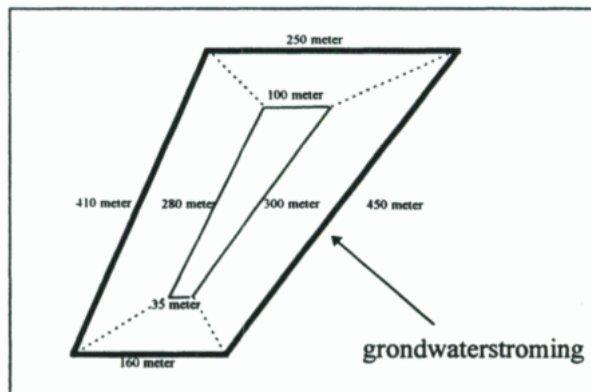
4 Modelopzet

Eigenschappen depot

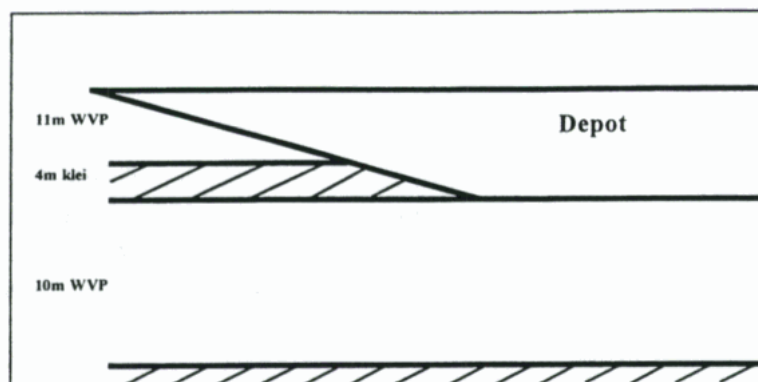
Het depot is geschematiseerd aan de hand van de door Heidemij aangeleverde gegevens omtrent afmetingen en diepte van het depot. Aan de hand van deze gegevens is een geohydrologische schematisatie van het depot gemaakt. Hierbij zijn een aantal vereenvoudigingen gemaakt om tot een eenvoudig tweedimensionaal model te komen. Belangrijke punten in de modelschematisatie zijn:

- het vaststellen van de gemiddelde lengte van de dwarsdoorsnede van de bodem in de richting van de grondwaterstroming,
- het vaststellen van het totale bodemoppervlak
- het vaststellen van de gemiddelde omtrek van het depot voor het talud in het watervoerend pakket, dit in verband met de lengte van de contactzone van grondwater met de zijkant van het depot
- de diepte van het talud en het taludoppervlak
- het vaststellen van de gemiddelde omtrek van het depot voor het talud in de kleilaag
- de diepte waarover het talud in contact staat met de kleilaag en het taludoppervlak voor deze contactzone

Ten grondslag aan de opzet van de tweedimensionale modelschematisaties ligt de opbouw van het depot zoals weergegeven in de figuren 1 en 2.



Figuur 1, Bovenaanzicht geprojecteerd depot



Figuur 2, Dwarsdoorsnede depot

De belangrijkste depotgegevens kunnen als volgt worden samengevat;

Oppervlakte depot	= 77 900 m ²
Diepte depot	= ± 15 meter
Helling talud	= 1:4
Dikte kleilaag onderkant bodem	= ± 4 meter
Bodemoppervlak depot	= 18200 m ²
Gemiddelde lengte bij dwarsdoorsnede bodemoppervlak	= 70 meter
Gedeelte talud dat grenst aan watervoerend pakket	= 11 meter diep = 44 meter geprojecteerd opp.
Gemiddelde omtrek depot voor talud grenzend aan WVP	= 1100 meter
Gedeelte talud dat grenst aan kleipakket	= 4 meter diep = 16 meter geprojecteerd opp.
Gemiddelde omtrek depot voor talud grenzend aan klei	= 860 meter
Diepte talud bij verdiepte variant (extra t.o.v. gewoon)	= 10 meter = 40 meter geprojecteerd opp.
Gemiddelde omtrek depot voor extra talud verdiept	= 540 meter

Het depot grenst aan een zandig/grindig watervoerend pakket. Op tien meter diepte bevindt zich een kleilaag van ongeveer 4 meter dik. De weerstand van de kleilaag is veel hoger dan van het watervoerend pakket, zodat er door de kleilaag nauwelijks advectief transport plaatsvindt. De kleilaag dient dan ook als scheiding voor de verspreiding van verontreinigingen welke uit het talud van het depot logen en de verspreiding van verontreinigingen welke uit de bodem van het depot logen. De stroomsnelheid en stroomrichting van het grondwater onder en boven deze kleilaag wordt aan elkaar gelijk verondersteld.

Tabel 1: Eigenschappen ondergrond depot

	materiaal	dikte	porositeit	OM
WVP boven kleilaag	zand en grind	11 meter	0,35	0,5 %
Klei	klei	4 meter	0,50	1,0 %
WVP onder kleilaag	zand/grof zand	10 meter	0,35	0,5 %

- Voor de omrekening van organisch materiaal wordt een factor 2 aangehouden, dus 2 mol organisch materiaal komt overeen met 1 mol organisch koolstof.
Het organisch koolstof gehalte in het watervoerend pakket en de klei is gebaseerd op een gemiddelde waarde voor Nederland en niet op meetwaarden.

De stroomsnelheid van het grondwater onder en langs het depot is afgeleid aan de hand van de isohypsen uit de grondwaterkaart van Nederland. De op deze manier berekende grondwaterstroming onder en langs het depot bedroeg 12 meter per jaar.

Voor de consolidatie van de baggerspecie in het depot werd uitgegaan van al gedeeltelijk geconsolideerd materiaal (wegens tijdelijke opslag op de kant) en een korte consolidatieperiode. De consolidatiesnelheid bedroeg 15 mm per jaar voor een periode van 100 jaar. De consolidatiesnelheid is afgeleid uit de verwachte dichtheidstoename van de baggerspecie en een consolidatieperiode van 100 jaar. Aangenomen wordt dat al het consolidatiewater het depot via de bodem verlaat. Dit is een "worst case" aanname.

Porositeit baggerspecie begin opslag in depot	= 0,5
Geschatte porositeit baggerspecie na 100 jaar in depot	= 0,4
Volume dat vrijkomt door consolidatie in 100 jaar tijd	= 0,1 m ³ per m depot
Diepte depot gemiddeld 15 meter	= 1,5 m ³ consolidatiewater
Periode 100 jaar	= 0,015 m ³ per jaar
	= 15 mm consolidatie/jaar

Tabel 2: Transport water

	stroomsnelheid
grondwaterstroomsnelheid onder/langs depot	12 m/jaar
infiltratiesnelheid gedurende consolidatieperiode	15 mm/jaar

Opzet 2D modellen

Voor de modelberekeningen wordt gebruik gemaakt van een drietal 2D-V modellen. Een driedeling is nodig omdat de flux naar de ondergrond vanuit de bodem van het depot verschilt met de flux naar de ondergrond vanuit het talud van het depot. Voor het talud geldt dat er een onderscheid gemaakt moet worden voor de flux naar het watervoerend pakket en de flux naar de kleilaag. Er zijn dan ook drietal afzonderlijke schematisaties opgezet;

- Eerste schematisatie; uitloging uit bodem depot**
 De dikte van het depot is 15 meter. Het aangrenzende watervoerend pakket is 11 meter dik. Horizontaal wordt het model geschematiseerd in 45 lagen, waarbij op het grensvlak depot/watervoerend pakket een laagverfijning van 1 cm wordt aangehouden. De laagverfijning wordt gradueel teruggebracht tot 1 meter. Verticaal bedraagt de gemiddelde lengte van de dwarsdoorsnede van de bodem 70 meter. De toegepaste laagverfijning bedraagt 1 meter, zodat 70 verticale segmenten gedefinieerd zijn.
 Afmetingen schematisatie: 45x70 (3150 cellen)
- Tweede schematisatie; uitloging van talud naar watervoerend pakket**
 De gemiddelde diepte voor het in het watervoerend pakket gelegen deel van het talud bedraagt 5½ meter. De gemiddelde dikte van het watervoerend pakket bedraagt eveneens 5½ meter. Wegens deze geringe dikte is tevens rekening gehouden met diffusie van verontreiniging vanuit het watervoerend pakket naar de kleilaag. Het totale aantal toegepaste horizontale modellen bedraagt 32, waarbij eveneens op het grensvlak depot/watervoerend pakket in centimeters is geschematiseerd en de laagdikte gradueel is opgehoogd tot 1 meter.

Voor de verticale schematisatie wordt uitgegaan van de gemiddelde omtrek van het depot voor dat deel van het talud dat in het watervoerend pakket ligt. De omtrek op 5 meter diepte bedraagt ongeveer 1100 meter. Ervan uitgaande dat het grondwater slechts langs de helft van het depot stroomt bedraagt de contactlengte 550 meter. De toegepaste verticale laagdikte bedraagt 10 meter.

Afmetingen schematisatie: 32x55 (1760 cellen)

● *Derde schematisatie; uitloging van talud naar kleilaag*

De gemiddelde depotdiepte voor de uitloging naar de kleilaag bedraagt 13 meter, de kleilaag is 4 meter dik. Het totaal aantal horizontale modellen is 37. Ook nu wordt op het grensvlak depot/klei in centimeters geschematiseerd, waarbij de laagverfijning gradueel wordt verhoogd tot 1 meter. Verticaal geldt dat de gemiddelde omtrek op 13 meter 860 meter bedraagt. De contactlengte is dus 430 meter. De toegepaste verticale laagdikte bedraagt 10 meter

Afmetingen schematisatie: 37x43 (1591 cellen)

Daarnaast geldt dat er nog een *verdiepte berekening* is uitgevoerd. Voor de schematisatie van deze verdiepte berekening geldt dat alleen het verdiepte gedeelte van het depot opnieuw geschematiseerd dient te worden. De opzet van deze schematisatie is in grote lijnen gelijk aan de schematisatie voor het eerste deel van het talud dat in het watervoerend pakket ligt, echter nu met een gemiddelde depotdiepte van 20 meter. De depotomtrek op deze diepte bedraagt 540 meter, zodat de contactlengte 270 meter is. Voor de horizontale schematisatie wordt een laagverfijning van cm op het grensvlak depot/watervoerend pakket toegepast, welke gradueel toeneemt tot 1 meter. Voor de verticale schematisatie bedraagt de laagdikte 10 meter.

Afmetingen schematisatie: 32x27 (864 cellen)

De tweedimensionale schematisaties zijn 2D-V (verticale) doorsneden van een driedimensionale situatie. Er moet dan ook nog een fluxcorrectie plaatsvinden om rekening te houden met de totale afmetingen van de bodem of het talud.

Tabel 3: Depoteigenschappen

	bodem	talud in WVP	talud in kleilaag	verdiept talud
Contactoppervlak met grondwater	70 m	550 m	430 m	270 m
Correctiefactor voor uitloogflux om totale uitloging te berekenen (Wegens totaal oppervlak bodem/talud)	300x	88x	32x	80x

5 Specie eigenschappen

Stofkeuze

De berekeningen zijn uitgevoerd voor fenantreen. Fenantreen is een PAK (Polycyclische Aromatische Koolwaterstof) en behoort tot de groep van 10 PAK's welke als gids voor de PAK vervuiling van bodems gebruikt wordt (deze groep van 10 PAK's worden ook wel de 10 VROM PAK's genoemd). Er is binnen deze groep van 10 PAK's gekozen voor de modellering van fenantreen wegens een tweetal eigenschappen:

1. Fenantreen behoort tot de mobielere PAK's en zal dan ook een redelijk hoge verspreidingssnelheid kennen.
2. Fenantreen komt in relatief hoge concentraties voor ten opzichte van de andere 10 VROM PAK's.

De reden dat niet naar zware metalen gekeken is is gelegen in het feit dat zware metalen onder de anaerobe omstandigheden zoals deze zich in een depot voordoen nauwelijks mobiel zijn. De zware metalen worden vastgelegd als metaalsulfiden, welke een zeer geringe oplosbaarheid kennen. Tijdens de opslag en ontwatering van specie voorafgaand aan storten kan wel oxydatie van sulfiden en daardoor mobilisatie plaatsvinden. In het depot zullen echter door de afbraak van organisch materiaal binnen enkele jaren weer anaerobe condities heersen, zodat mobilisatieproblemen voor zware metalen alleen tijdens de aanlegfase van het depot een mogelijk probleem zijn.

Ter illustratie voor de orde van grootte van de opgeloste concentraties voor de zware metalen is een berekening met het chemisch modelinstrumentarium CHARON uitgevoerd om een schatting te maken van de opgeloste zink concentratie:

Totaal opgelost zink:	0,12 µg/l	(modelresultaat CHARON)
Normconcentratie opgelost zink:	9,0 µg/l	
Vershil factor:	75	

De zinkconcentratie in oplossing is onafhankelijk van de vaste stof concentratie. In de berekening is uitgegaan van kinetisch evenwicht, dat wil zeggen dat de concentratie zink in oplossing direct bereikt wordt en niet het gevolg is van langzame oplading in de tijd. Voor het oplossen en neerslaan van zware metalen bij de geconstateerde lage concentratie in oplossing is deze aanname gerechtvaardigd.

Bij een eerdere schatting op basis van het oplosbaarheidsprodukt van zinksulfide werd een nog lager opgeloste zink concentratie berekend, maar hierbij werd de complexatie van zink en de pH afhankelijkheid van de $(S^{2-})_{(aq)}$ concentratie niet beschouwd.

Concentraties in vaste fase

In het depot worden verschillende partijen baggerspecie met een verschillende concentratie fenantreen opgeslagen. De herkomst en verontreinigingsconcentratie van de in het depot te storten specie is voor een deel bekend en voor een deel nog onbekend. Bij de berekeningen wordt alleen uitgegaan van de samenstelling en de verontreinigingsconcentratie van het materiaal waarvan de herkomst bekend is. De twee belangrijkste baggerspeciefracties welke in het depot gestort gaan worden en waarvan gegevens bekend zijn;

- partij A; slibrijke baggerspecie Oude IJssel (km 0-6).
- partij B; zandrijke baggerspecie Oude IJssel (km 6-15).

Afhankelijk van de isolatievariant worden beide partijen gemengd gestort of gescheiden, waarbij de schonere partij B dient ter isolatie van de meer verontreinigde partij A.

De gemiddelde baggerspeciekwaliteit kan worden berekend uit de concentraties en volumes van beide partijen.

Tabel 4: Samenstelling baggerspecie partij A en partij B

	Volume (m ³)	Fenantreen concentratie (mg/kg)
Partij A (na ontwateren)	208.000	0,65
Partij B (na scheiding + ontwatering)	106.000	0,26
Gemiddelde samenstelling	314.000	0,52

In het geval van het toepassen van partij B als depot-isolatie moet de beschikbare hoeveelheid partij B worden afgezet tegen het talud- en bodemoppervlak van het depot. Gebaseerd op een depotoppervlak van ongeveer 78000 m² lijkt een dikte van 1 meter isolatie met partij B een realistische aanname (uit de berekeningen zal blijken dat een isolatiedikte van 1 meter voldoende is om te voorkomen dat verontreiniging uit de kern van het depot doorbreekt voor een periode van 10000 jaar).

Tabel 5: Concentraties voor verschillende scenario's

	"Overall" concentratie depot		Concentratie in isolatielaag depot		Concentratie in centrale deel depot	
	Fenantr. (mg/kg)	OM (%)	Fenantr. (mg/kg)	OM (%)	Fenantr. (mg/kg)	OM (%)
Basisscenario	0,52	11				
Gecompartimenteerd			0,26	6,2	0,65	13,8
Isolatie met schone specie			0,00	11	0,52	11
Isolatie met schone klei			0,00	1,0	0,52	11
Verdiepte variant	0,52	11				

Voor de omrekening van organisch materiaal naar organisch koolstof wordt een factor 2 aangehouden.
Het OM gehalte voor het depot is gebaseerd op de gewogen gemiddelde OM concentratie van partij A en partij B.

De beschikbare gegevens voor zowel partij A als B betreffen de organisch materiaal concentratie. De binding van fenantreen wordt echter aan organisch *koolstof* verondersteld. Er moet dus een omrekening van organisch materiaal plaatsvinden. Hoewel de exacte omrekening per type organisch materiaal verschilt wordt in de meeste door het Waterloopkundig Laboratorium uitgevoerde studies een correctiefactor twee gehanteerd.

$$OC = 1/2 * OM$$

Verdelingscoëfficiënt

Er is gerekend met een organisch koolstof gebaseerde verdelingscoëfficiënt (K_{oc}) voor fenantreen van $39,8 \text{ m}^3/\text{kg}$ (Landelijke MER baggerspecie) oftewel;

$\text{Log } K_{oc} \text{ fenantreen} = 4,6$ (gebaseerd op concentraties in mg/kg en mg/l)

Aan de hand van de vaste stof concentratie en het organisch koolstofgehalte in het depot kan de opgeloste concentratie in het depot bepaald worden, uitgaande van gemengd storten van partij A en partij B;

$$C_{\text{opgelost}} = \frac{C_{\text{vast}}}{K_{oc} \cdot f_{oc}}$$

$$C_{\text{vast}} = 0,52 \text{ mg}/\text{kg}$$

$$K_{oc} = 39,8 \text{ (m}^3/\text{kg)}$$

$$f_{oc} = 0,055$$

De f_{oc} is de fractie organisch koolstof van de vaste fase.

De opgeloste concentratie fenantreen in het depot bedraagt $0,24 \text{ mg}/\text{m}^3$

De fenantreen concentratie in het watervoerend pakket en in de buiten het depot aanwezige klei wordt initieel op nul gesteld. Ook de opgeloste concentratie fenantreen in het watervoerend pakket en de klei bedraagt initieel $0 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Rol DOC

Behalve de "vrij" opgeloste fractie komt fenantreen eveneens in oplossing voor door de binding aan DOC (Dissolved Organic Carbon). Voor de binding aan DOC wordt aangenomen dat deze een factor 10 minder is dan de binding van fenantreen aan bodemgebonden organisch materiaal ($X_{DOC} = 0,10$). DOC speelt dan ook een rol bij de mobilisatie van fenantreen. Voor de DOC concentratie in het depot wordt een waarde van $20 \text{ mg}/\text{l}$, oftewel $20 \text{ gram}/\text{m}^3$ gekozen. Dit wordt een reële waarde geacht voor de DOC concentratie over een langere periode (in berekeningen 10000 jaar) in een baggerspeciedepot dat rijk is aan organisch stof. Het belang van de bijdrage van DOC kan worden berekend aan de hand van de DOC concentratie, de gemiddelde fenantreen concentratie in het depot en het gemiddeld organisch stofgehalte in het depot.

Gemiddelde fenantreen concentratie in depot:	0,52 mg/kg	
Gemiddelde organisch koolstof concentratie:	5,5 %	(11% OM)
Fenantreen concentratie organisch koolstof:	9,1 mg/kg OC	
Fenantreen concentratie DOC:	0,91 mg/kg DOC	
DOC concentratie:	20 gram/m ³	
"Vrij" opgeloste concentratie in depot:	0,24 mg/m ³	
DOC gebonden concentratie in depot:	0,018 mg/m ³	
Totale opgeloste concentratie in depot:	0,258 mg/m ³	

De bijdrage van DOC aan de mobiliteit van bedraagt ongeveer 7% en wordt in de berekeningen meegenomen.

Evaluatie opgeloste depotconcentratie versus huidige concentratie in het grondwater

Recente metingen tonen een fenantreen concentratie van 0,2 tot 0,5 µg/l aan. Dit is ongeveer even hoog als de opgeloste concentratie in het depot. Hierdoor verdwijnt de concentratiegradiënt tussen het depot en het omringende watervoerend pakket. Alleen gedurende de consolidatieperiode van het depot zal door advectief transport nog verontreiniging het depot uit getransporteerd worden. De advectieve depotflux is echter erg laag en treedt bovendien alleen gedurende de consolidatieperiode van het depot op (ongeveer 100 tot 200 jaar). Het sterk afnemen of zelfs geheel verdwijnen van de concentratiegradiënt tussen het depot en het watervoerend pakket zorgt voor een sterk verminderde diffusieve depotflux.

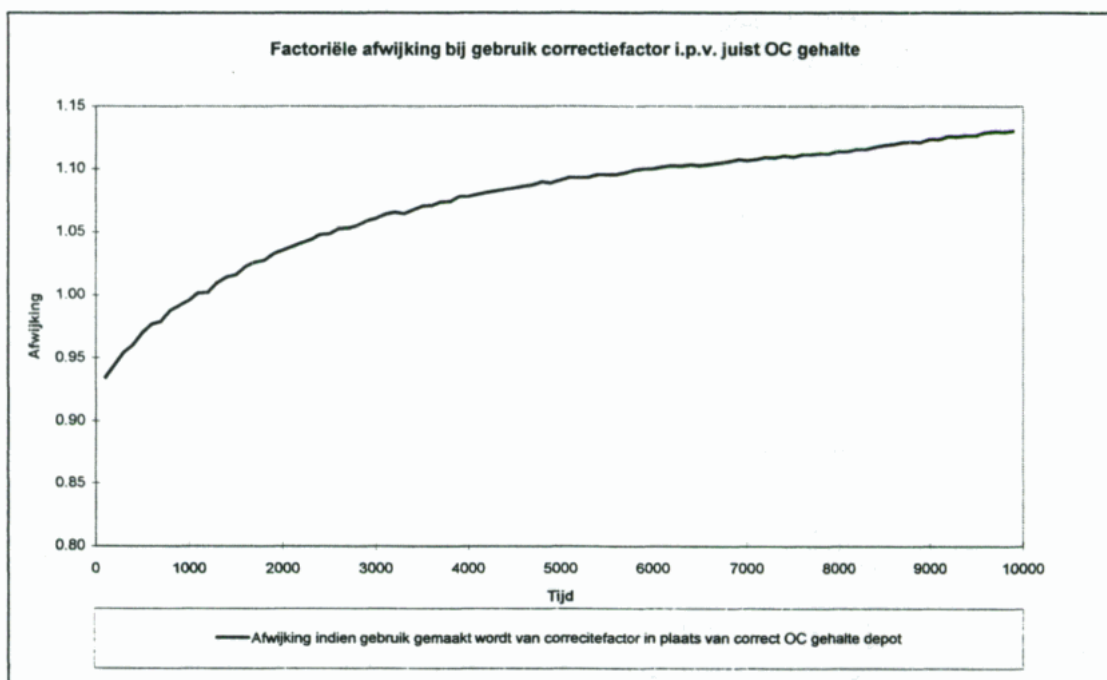
Indien de huidige bron van grondwatercontaminatie (vermoedelijk de Oude IJssel) gesaneerd wordt, duurt het wegens de geringe transportsnelheid van fenantreen nog lange tijd voordat de grondwaterconcentratie van fenantreen onder het depot zal dalen. De diffusieve flux uit het depot is dan ook voor de gehele beschouwde periode sterk verlaagd ten opzichte van de modelresultaten waarin van een schoon grondwater wordt uitgegaan.

Opgemerkt moet worden dat volgens het Beleidsstandpunt Verwijdering Baggerspecie getoetst moet worden met een schoon grondwaterpakket, zodat de modelberekeningen het juiste toetsingskader geven. Wel kan de ernst van een eventuele overschrijding van de normflux gerelativeerd worden aan de hand van de gemeten hogere grondwaterconcentratie voor fenantreen en de hierdoor sterk gereduceerde depotflux.

6 Resultaten

Opmerking vooraf

In de modelberekeningen is van een organisch koolstofconcentratie in het depot uitgegaan van 11%. Dit percentage bleek bij nadere beschouwing te hoog. De berekeningen zijn dan ook gecorrigeerd voor een organisch koolstofgehalte van 5,5 %. Ter verificatie van de toepasbaarheid van een correctiefactor is een aanvullende berekening uitgevoerd. Uit deze berekening kwam naar voren dat het gebruik van een correctiefactor tot aanvaardbare resultaten leidt.



Figuur 3, uitloogflux bij gebruik van correctiefactor in plaats van correct OC gehalte depot

Het lagere organisch koolstofgehalte heeft ook invloed op het moment dat fenantreen doorbreekt voor de isolatievariant met schone specie, immers ook in de schone specie is de organisch koolstofconcentratie te hoog gekozen. Uit een controleberekening met een aangepast organisch koolstofgehalte blijkt dat ook bij een lager organisch koolstofgehalte fenantreen in 10000 jaar niet doorbreekt.

Uitloging van depot naar ondergrond versus naar het watervoerend pakket

De uitloging van het depot wordt voor de verschillende scenario's berekend. De gepresenteerde uitloging betreft de uitloging van het *gehele* depot naar de ondergrond. Hierbij is ook de uitloging van het talud naar de kleilaag opgenomen. De fenantreenflux naar de kleilaag komt echter niet in het watervoerend pakket, maar wordt geïmmobiliseerd in de klei. Voor de verspreiding in het watervoerend pakket is deze flux dus van minder groot belang. De bijdrage van de flux van het talud naar de kleilaag aan de totale uitloogflux van het depot is echter zodanig laag (5 tot 7½ %) dat het niet meenemen van deze flux bij de bepaling van de uitloging naar het watervoerend pakket verwaarloosbaar is.

Gemiddelde jaarlijkse fluxen voor een periode van 10000 jaar

Het vaststellen van de gemiddelde flux voor een periode van 10000 jaar dient om na te gaan wat de totale hoeveelheid fenantreen is welke uitloopt uit het depot en dient om na te gaan of de gemiddelde flux boven de normflux (zie beleidsstandpunt verwijdering baggerspecie) uitkomt.

Tabel 6: Gemiddelde flux voor periode van 10000 jaar

	Totale uitlogging na 10000 jaar kg	Gemiddelde jaarlijkse flux voor periode 10000 jaar gram/(ha.jaar)
Basis	8,1	0,10
Gecompartimenteerd bergen	5,3	0,06
Isolatie met schone specie	0,0	0,00
Isolatie met schone klei	0,8	0,02
Verdiepen	7,5	0,10
	Normflux fenantreen	0,04

Actuele fluxen op een aantal tijdstippen

De actuele flux geeft de ontwikkeling van de depotflux in de tijd weer. De actuele flux geeft inzicht voor welke periode de uitlooflux niet aan de normflux voldoet. Bovendien geeft de actuele flux inzicht in het moment van doorbraak van fenantreen indien een schone isolatielaag tussen de specie en het watervoerend pakket wordt aangebracht.

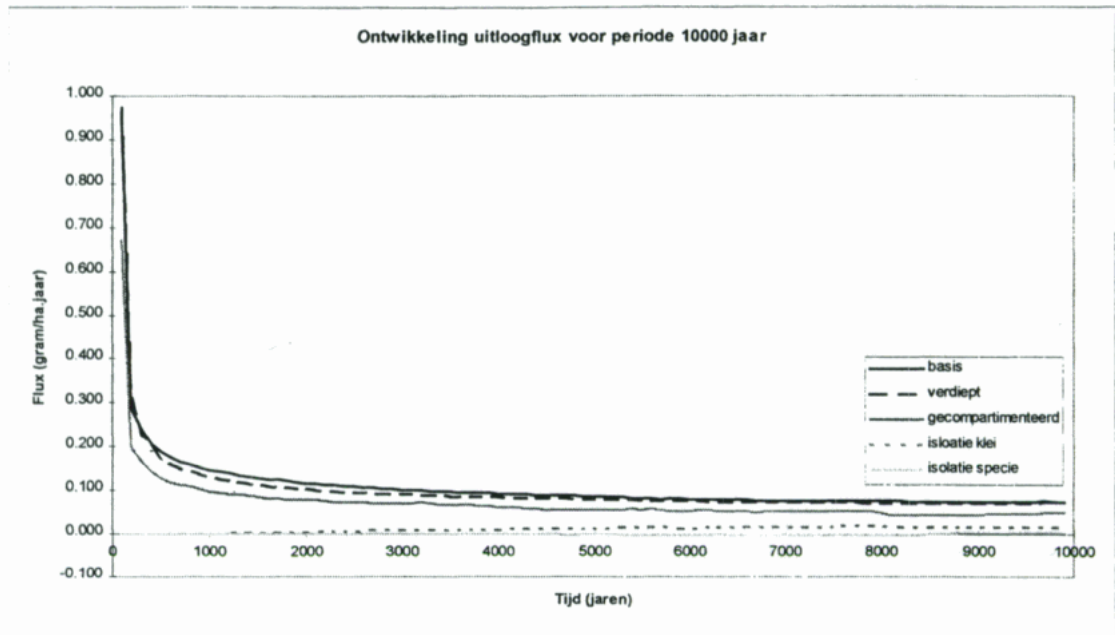
In tabel 7 zijn de uitloofluxen op een zestal tijdstippen gedurende een periode van 10000 jaar gegeven.

Tabel 7: Uitlooflux per jaar op verschillende tijdstippen (t in jaren)

	t=200 gram/ha. jaar	t=500 gram/ha. jaar	t=1000 gram/ha. jaar	t=2000 gram/ha. jaar	t=5000 gram/ha. jaar	t=10000 gram/ha. jaar
Basis	0,29	0,19	0,15	0,12	0,09	0,07
Gecompartimenteerd bergen	0,20	0,13	0,10	0,08	0,06	0,06
Isolatie met schone specie	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002
Isolatie met schone klei	0,000	0,000	0,001	0,005	0,014	0,015
Verdiepen	0,33	0,17	0,13	0,10	0,08	0,07

De in tabel 7 weergegeven fluxen zijn fluxen in gram/ha.jaar. Indien de totale uitlooflux per jaar voor een tijdstip berekend moet worden, moet tabel 7 vermenigvuldigd worden met het depotoppervlak (7,8 ha).

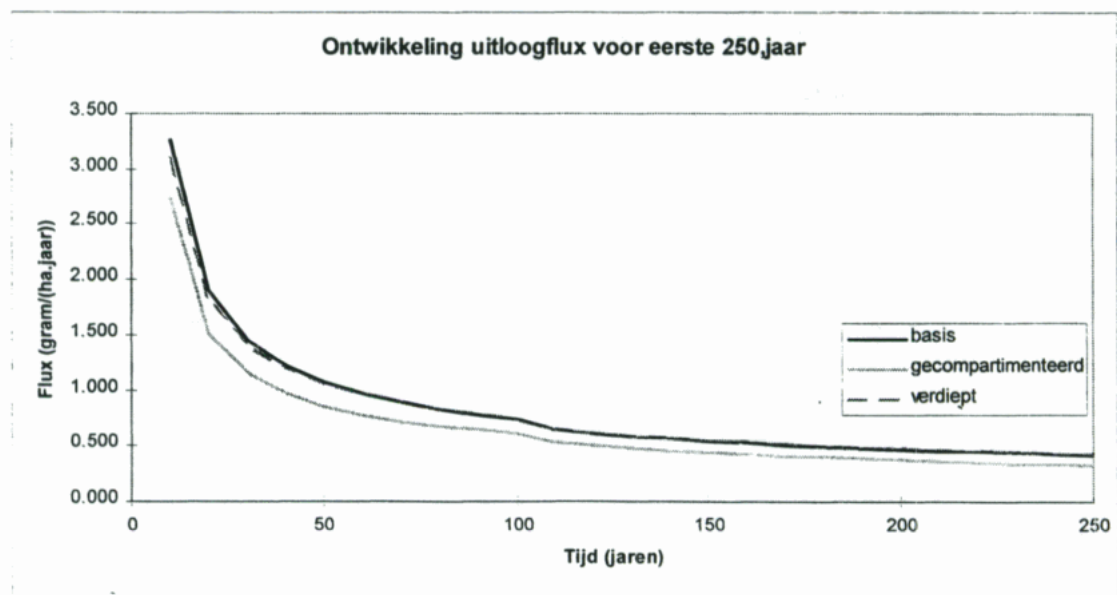
De ontwikkeling van de uitlooflux in de tijd kan ook grafisch voor de verschillende scenario's worden weergegeven:



Figuur 4, ontwikkeling uitlooflux in de tijd

Uitlooflux voor eerste 250 jaar

De tijdschaal waarvoor uitvoer beschikbaar is in de modelberekeningen is te lang om de ontwikkeling van de depotflux voor een korte tijdschaal (eerste 250 jaar) nauwkeurig weer te geven. Er is dan ook voor die scenario's waarvoor gedurende de eerste 250 jaar uitloofing plaatsvindt een aanvullende berekening uitgevoerd. *Let op, in de aanvullende berekening voor de depotfluxontwikkeling op de korte termijn is gebruik gemaakt van het correcte OC gehalte in het depot en niet van de correctiefactor.*

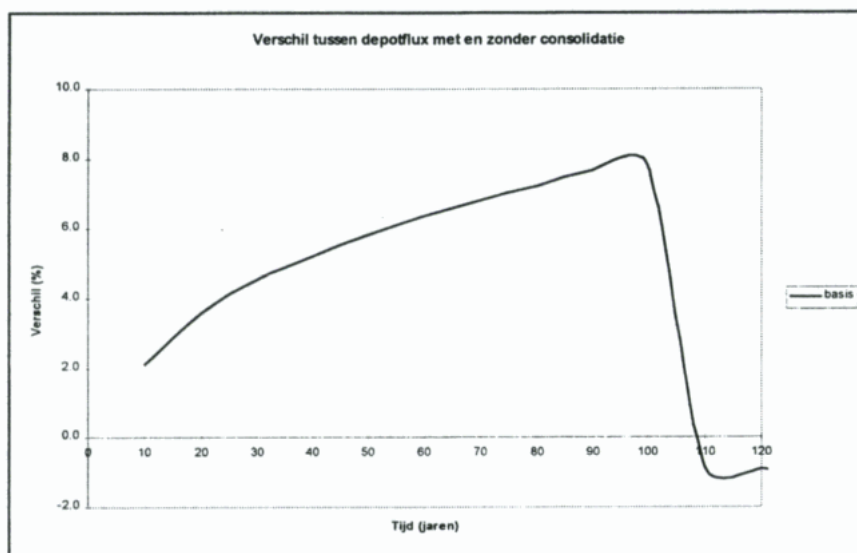


Figuur 5, ontwikkeling flux voor eerste 250 jaar

Consolidatie

Gedurende de eerste 100 jaar speelt consolidatie een rol bij de uitloging van de verontreiniging. Om de bijdrage van de consolidatie aan de totale uitloging van de verontreiniging vast te stellen is een aanvullende berekening voor het basisscenario uitgevoerd, waarbij de consolidatie is uitgeschakeld.

De bijdrage van de consolidatie aan de depotuitloging is zowel grafisch (figuur 6) als in tabelvorm (tabel 8) weergegeven.



Figuur 6, bijdrage consolidatie aan depotuitloging

De reden dat de relatieve bijdrage van de consolidatie toeneemt gedurende 100 jaar is gelegen in de afnemende concentratiegradiënt tussen het depot en het watervoerend pakket en de daarmee ook afnemende diffusieve flux. Dat de bijdrage van de consolidatieflux na 100 jaar (bij het wegvallen van consolidatie) gedurende een korte periode *negatief* is wordt eveneens veroorzaakt door de geringere concentratiegradiënt tussen het depot en het watervoerend pakket.

Tabel 8, bijdrage consolidatie aan totale uitloogflux fenantreen

Totale uitloging depot voor periode 100 jaar met consolidatie	507 gram
Totale uitloging depot voor periode 100 jaar zonder consolidatie	484 gram
Bijdrage consolidatie voor uitloogflux gedurende eerste 100 jaar	4,6 %
Bijdrage consolidatie voor uitloogflux gedurende gehele periode (10000 j)	0,3 %

De bijdrage van consolidatie aan de totale depotuitloging is gering. Dit geldt zowel voor de eerste 100 jaar, de periode dat er consolidatie plaatsvindt, als voor de depotuitloging over een langere periode.

Verspreiding

Er zijn geen verspreidingsberekeningen uitgevoerd. Wel kan aan de hand van de retardatie ten opzichte van grondwater een schatting gemaakt worden voor de verspreidingsnelheid van fenantreen.

$$\text{Retardatie} = 1/(\text{fractie opgelost})$$

De fractie opgelost in het watervoerend pakket kan berekend worden aan de hand van het organisch koolstofgehalte en de porositeit van het watervoerend pakket, de DOC concentratie in het grondwater, de dichtheid van de vaste fase en de K_{oc} voor fenantreen.

Met name de DOC concentratie is een punt van enige onzekerheid. Er zal dan ook gerekend worden met een range aan DOC concentraties van 0 tot 7,5 mg/l DOC in het grondwater. Hoewel net onder het depot nog hogere DOC concentraties dan 7,5 mg/l voor kunnen komen, wordt door verdunning en afbraak de DOC concentratie in het grondwater op enige afstand van het depot snel lager.

Indien er geen DOC in het watervoerend pakket aanwezig is bedraagt bij een organisch koolstofgehalte van 0,25% in het watervoerend pakket, een porositeit van 0,35 en een dichtheid van de vaste fase van 2500 kg/m³ de retardatie voor fenantreen:

$$\text{Retardatie fenantreen (geen DOC)} = 463$$

Bij een DOC gehalte van 7,5 mg/l wordt fenantreen ook gemobiliseerd door co-transport aan DOC. Uitgaande van een XDOC van 0,1 en verder identieke aannames als voor de berekening zonder DOC bedraagt de retardatie voor fenantreen:

$$\text{Retardatie fenantreen (DOC 7,5 mg/l)} = 250$$

De grondwaterstroomsnelheid bedraagt 12 m/jaar. Fenantreen verplaatst zich dus, afhankelijk van de DOC concentratie, met een snelheid van 2½ tot 5 cm per jaar.

Evaluatie modelparameters

De invloed van de verschillende modelparameters op de uitloging van fenantreen uit het depot is niet voor alle parameters even groot. Het model is zeer gevoelig voor de volgende aanname van modelparameters:

- De verdelingscoëfficiënt (K_{oc}). De in de literatuur gerapporteerde waarde voor de verdelingscoëfficiënt verschillen vaak een logeenheid (factor 10) of meer. Omdat de concentratie in oplossing afhankelijk is van de verdelingscoëfficiënt is dit zeer bepalend voor de hoeveelheid verontreiniging die uitloopt.
- Concentratie verontreiniging. De hoeveelheid verontreiniging welke uit het depot uitloopt is lineair afhankelijk van de verontreinigingsconcentratie in het depot. (De bijna lineaire afhankelijkheid van de uitloogflux met de concentratie van de verontreiniging in het depot geldt slechts voor een beperkt concentratiebereik).
- Organisch koolstofgehalte in depot. De concentratie in oplossing is niet uitsluitend afhankelijk van de vaste stofconcentratie, maar ook van het organisch koolstofgehalte. Een hoger organisch koolstofgehalte in het depot betekend dat de verontreiniging beter gebonden wordt en dat de opgeloste concentratie afneemt.

Andere modelparameters waarvoor het model gevoelig is, zij het in mindere mate zijn:

- Stroomsnelheid grondwater. Een snelle grondwaterstroming voorkomt dat de opgeloste concentratie onder het depot snel toeneemt en de concentratiegradiënt en daarmee de diffusieve flux afneemt. De afhankelijkheid van de uitloogflux van deze oplading is echter gering.
- Contactlengte grondwater en depot. De afhankelijkheid van de contactlengte met de uitloogflux is analoog aan de afhankelijkheid van de stroomsnelheid van het grondwater met de uitloogflux. Indien het contactoppervlak relatief lang is heeft het langs het depot stromende grondwater meer tijd om op te laden en zal de uitlogging aan het einde van het contactoppervlak geringer zijn dan aan het begin.
- Organisch koolstofgehalte watervoerend pakket. Een hoger organisch koolstofgehalte in het watervoerend pakket leidt tot meer sorptie en een lagere opgeloste concentratie. De concentratiegradiënt neemt toe en daarmee ook de diffusieve uitloogflux. De verandering in de concentratiegradiënt is echter gering bij een ander organisch koolstofgehalte in het watervoerend pakket. Het organisch koolstofgehalte in het watervoerend pakket is wel van zeer groot belang bij het vaststellen van de verspreidingsnelheid van een organische micro-verontreiniging.
- DOC. Het opgelost organisch koolstofgehalte speelt voor fenantreen nog een ondergeschikte rol. Voor meer hydrofobe verbindingen (zware PAK's) is de fractie DOC gebonden in oplossing groter.
- Consolidatie. De consolidatieflux speelt voor zowel de korte als de lange termijn nauwelijks een rol.
- Diffusiecoëfficiënt. Diffusie van stoffen in een bodem wordt gehinderd ten opzichte van de diffusie in water door de aanwezigheid van een vaste stof matrix. Hiervoor wordt in het model een correctiefactor toegepast. De uitloogflux blijkt echter slechts in geringe mate gevoelig te zijn voor het variëren van de diffusiecoëfficiënt.

7 Conclusies

De belangrijkste conclusies zijn:

- De flux uit het depot naar de ondergrond ligt met name de eerste paar honderd jaar sterk boven de normflux voor de scenario's waarbij geen geheel schone isolatielaag wordt aangebracht (basisscenario, gecompartmenteerd bergen en de verdiepte variant). Dit wordt veroorzaakt door een steile concentratiegradiënt tussen het depot en het watervoerend pakket en in mindere mate door de consolidatie. Voor de lange termijn geldt dat de uitloogflux min of meer constant wordt. Voor het basisscenario en de verdiepte variant blijft de normflux overschreden worden.
- Consolidatie speelt nauwelijks een rol. Voor de periode dat consolidatie plaatsvindt geldt dat de bijdrage aan de totale uitloogflux slechts enkele procenten bedraagt. Over de gehele tijdschaal van 10000 jaar gezien is de bijdrage van consolidatie aan de uitloogflux nog beperkter (enkele tienden van procenten).
- Isolatie van het depot met een 1 meter dikke laag van partij B vermindert de uitloogflux. Door het lagere organisch koolstofgehalte van partij B is de vermindering van de uitloogflux echter onvoldoende om aan de normflux te voldoen.
- Beide isolatievarianten met schoon materiaal (zowel klei als specie) volstaan om de depotflux voor de gehele periode van 10000 jaar onder de normflux te houden. Indien schone klei isolatie wordt toegepast breekt fenantreen na 1000 jaar in geringe mate door. Indien schone specie als isolatie wordt toegepast breekt fenantreen niet door binnen een periode van 10000 jaar. Het verschil in doorbraaksnelheid wordt veroorzaakt door het hogere organisch stofgehalte van de specie, waardoor er meer fenantreen aan de vaste fase geadsorbeerd wordt.
- De verspreidingssnelheid van fenantreen in het watervoerend pakket bedraagt ongeveer 5 cm per jaar.

Aanvullende fluxberekeningen
speciedepot Drempt

A.J. Wijdeveld

notitie

juni 1997

1	Inleiding	1-1
2	Geohydrologie en modelopzet.....	2-1
	2.1 Toegepaste 2-D modellen	2-1
	2.2 Modelopzet	2-4
3	Beschouwde verontreinigingen	3-1
4	Vertalen uitloogflux naar andere verontreinigingen.....	4-1
	4.1 Inleiding	4-1
	4.2 Waarom is de vertaling toegestaan	4-1
	4.3 Wanneer is de vertaling toegestaan	4-5
	4.4 Hoe moet de vertaling uitgevoerd worden	4-6
5	Modelberekening	5-1
	5.1 Keuze te modelleren organische verontreiniging	5-1
	5.2 Resultaten	5-1
6	Zware metalen.....	6-1
7	Conclusies	7-1
8	Literatuur	8-1

1 Inleiding

Deze notitie is een aanvulling op de rapportage "Fluxberekeningen speciedepot Drempt", welke in mei 1997 door het Waterloopkundig Laboratorium is uitgevoerd. In de in mei 1997 uitgevoerde studie stond de flux van fenantreen uit het speciedepot Drempt met verschillende randvoorwaarden (scenario's) centraal. In aanvulling op de resultaten voor fenantreen wordt in deze studie ingegaan op de flux uit het speciedepot voor een 18 tal andere organische verbindingen, alle opgenomen in de Landelijke MER Verwijdering Baggerspecie. Ook wordt een korte risico inschatting voor zware metalen gegeven.

Er wordt in deze aanvullende berekening slechts van één scenario uitgegaan, een depot met een isolatiemantel van 1m schone klei op zowel de bodem als het talud van het depot. De dikte van de isolatiemantel is van belang voor het tijdstip waarop een verontreiniging naar het grondwater doorbreekt. Het tijdstip van doorbraak naar het watervoerend pakket is mede afhankelijk van het organisch koolstofgehalte in de isolatielaag en van de verdelingscoëfficiënt van de verontreiniging. Het organisch koolstofgehalte van de isolatiemantel van schone klei wordt constant verondersteld. Wel wordt voor alle organische verbindingen het tijdstip van doorbraak vastgesteld.

De berekening van de uitlooflux en het tijdstip van doorbraak wordt door middel van een omrekening gedaan van een voorbeeldberekening. Het omrekenen van de flux uit het depot aan de hand van de uitlooflux van een gidsstof heeft enige beperkingen en kent een zekere onnauwkeurigheid. De mate van onnauwkeurigheid is echter afhankelijk van de stoffeigenschap en wordt per stofgroep toegelicht.

2 Geohydrologie en modelopzet

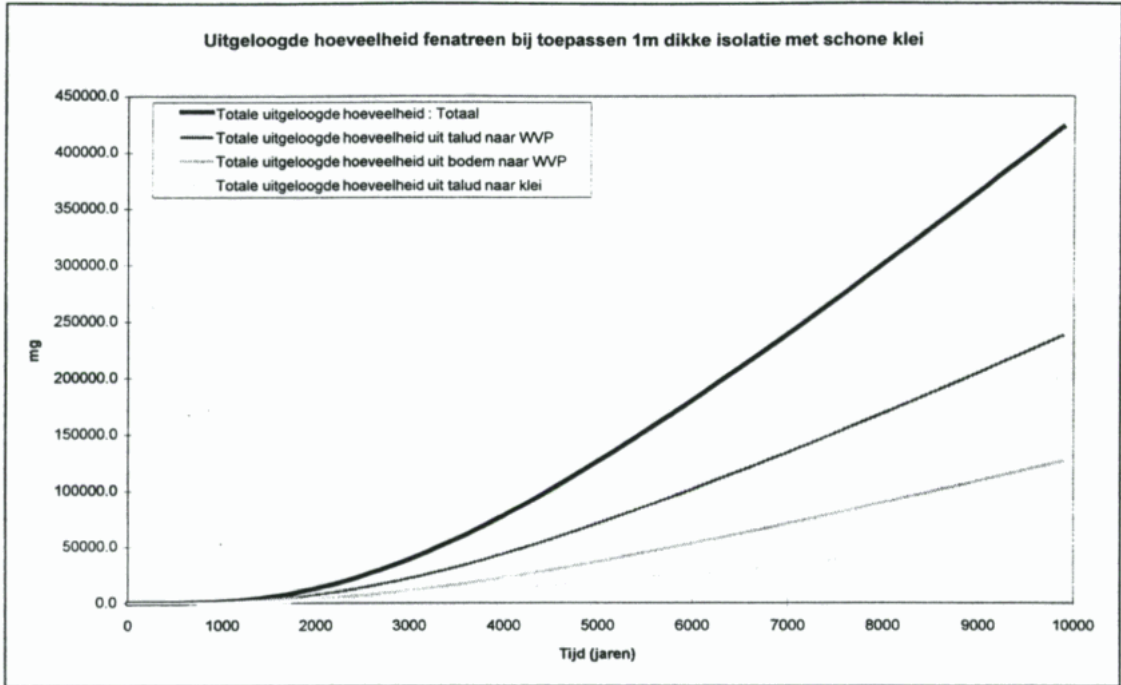
2.1 Toegepaste 2-D modellen

In het rapport van mei 1997 is gebruik gemaakt van drie verschillende 2-D modellen om de uitloogflux van fenantreen vast te stellen.

1. BODEM: Uitloogflux van fenantreen vanuit de bodem van het depot naar het watervoerend pakket,
2. TALUD: Uitloogflux van fenantreen vanuit het talud van het depot naar de kleilaag,
3. KLEI: Uitloogflux van fenantreen vanuit het talud van het depot naar het watervoerend pakket.

Er is dan ook met drie verschillende hydrologiën gerekend. Voor de aanvullende berekening bemoeilijkt het rekenen met drie verschillende hydrologiën de interpretatie van de uitloogfluxen. Immers, voor elk van de drie 2-D modellen moet de berekende uitloogflux apart worden omgerekend voor een afwijkende verdelingscoëfficiënt (zie ook paragraaf 4.3 wanneer vertaling van uitloogfluxen is toegestaan). Bovendien kan het tijdstip van doorbreken enigszins variëren voor de verschillende delen van het depot, zodat in feite drie doorbraak tijdstippen gegeven dienen te worden.

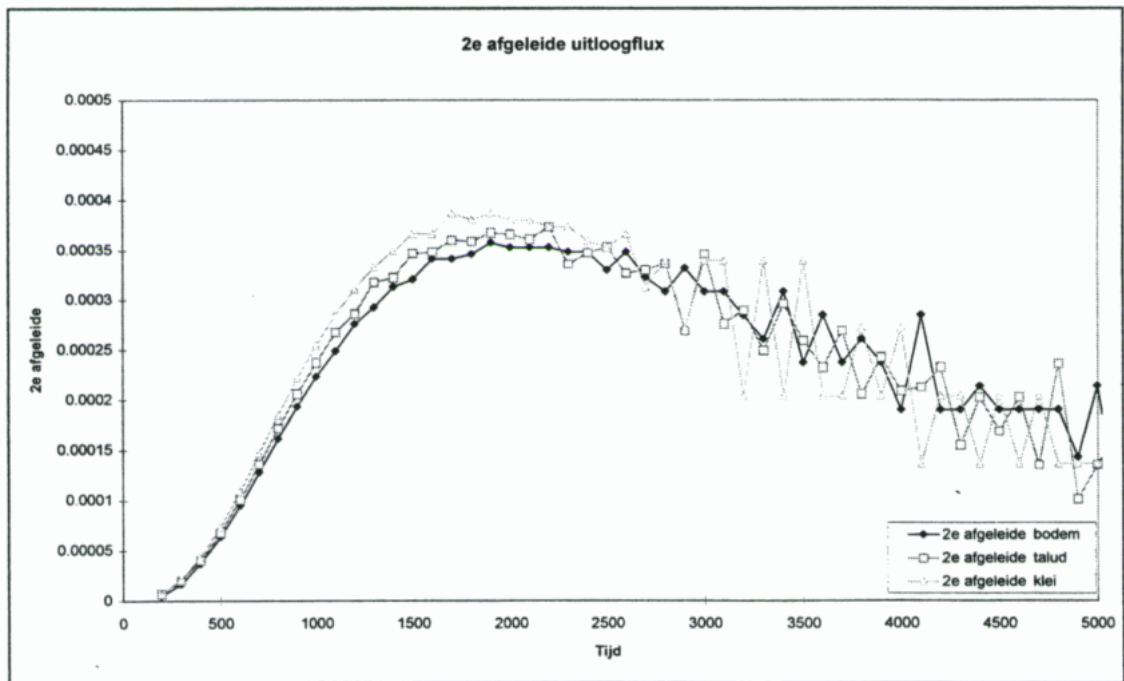
Voorafgaand aan de aanvullende berekening wordt dan ook geëvalueerd of in plaats van met drie verschillende hydrologiën de totale depotflux ook door middel van één hydrologie met slechts een geringe afwijking kan worden voorspeld. Hiertoe worden de modelresultaten voor fenantreen gebruikt (rapport mei 1997). In Figuur 2-1 staat de totale uitloogflux als functie van de tijd, met een nadere onderverdeling omtrent de relatieve bijdrage per deelmodel.



Figuur 2-1

De uitloging vanuit het talud van het depot naar het watervoerend pakket bedraagt ongeveer 60% van de totale uitloogflux. Deze verhouding verandert slechts gering gedurende 10000 jaar. Indien de uitloogflux voor het talud als uitgangspunt dient kan deze vertaald worden naar een totale depotuitloogflux door middel van een correctiefactor $1/0,6 = 1,7$.

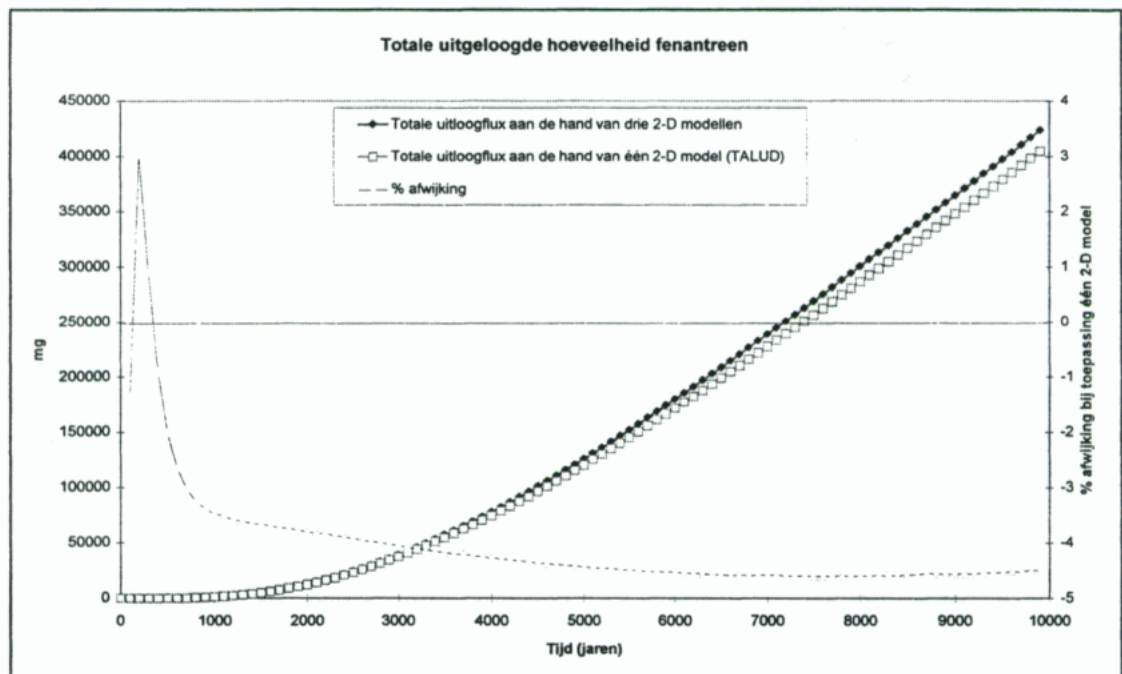
Ter controle is de tweede afgeleide van de uitloogflux berekend voor de verschillende 2-D modellen. De tweede afgeleide van de uitloogflux geeft de verandering in de uitloogflux per tijdseenheid als functie van de totale hoeveelheid die uitloogt (Figuur 2-2).



Figuur 2-2

Indien de tweede afgeleide van de uitlooflux voor de verschillende 2-D modellen gelijk is, is de manier waarop de verontreiniging uitlooft voor de verschillende 2-D modellen vergelijkbaar. Uit Figuur 2-1 kan afgeleid worden dat voor de eerste 5000 jaar het uitloofpatroon voor alle drie de 2-D modellen min of meer gelijk is. De afwijkingen op lange tijdschalen heeft te maken met numerieke afrondingen van kleine getallen en geven daarom een grotere spreiding te zien dan in werkelijkheid op zal treden.

Zowel de min of meer constant blijvende verhouding tussen de uitloofing vanuit het talud naar het watervoerend pakket en de totale uitloofing als mede de min of meer gelijke tweede afgeleide van de uitlooflux voor de verschillende deelmodellen rechtvaardigen het gebruik van slechts één 2-D model (het model dat de uitloofing vanuit het talud naar het watervoerend pakket modelleert) voor de berekeningen. In Figuur 2-3 staat de totale uitlooflux zoals met de drie 2-D modellen gemodelleerd versus de omrekening van de totale uitlooflux aan de hand van één 2-D model (TALUD). Op de tweede y-as staat de procentuele afwijking.



Figuur 2-3

Conclusie

Het toepassen van één 2-D model (TALUD) met een omrekening naar de gehele depotuitloofing leidt tot een zeer geringe afwijking en zal dan ook worden toegepast.

2.2 Modelopzet

Een belangrijke aannamen in de modelopzet is het organisch koolstofgehalte van het depot, de isolerende kleilaag en het watervoerend pakket. De waarden uit de rapportage van mei 1997 voor het scenario "Isolatie met schone klei" zijn overgenomen. De organisch koolstofgehalten bedroegen:

Tabel 2-1: Organisch koolstofgehalte modellagen

	Organisch koolstofgehalte (%)
Depot	5,5 %
Isolerende kleilaag	0,50 %
Watervoerend pakket	0,25 %

Wegens een initiële fout in het organisch koolstofgehalte in de oorspronkelijke berekening (welke door middel van een omrekening tot op enkele procenten van de correcte flux gecorrigeerd is) is de modelopzet aangepast en is de berekening opnieuw uitgevoerd.

In de oorspronkelijke berekening voor fenantreen is een laagverfijning van 1 cm op het grensvlak isolerende kleilaag/watervoerend pakket en depot/isolerende kleilaag toegepast. Een laagverfijning van 1cm is voor korte rekestijden iets minder nauwkeurig (de laagverfijning bepaald de tijdsduur waarop de uitloogflux correct gemodelleerd wordt).

Er wordt daarom ook gebruik gemaakt van drie verschillende laagverfijningen en een apart rekenschema voor lange rekestijden, afhankelijk van de tijdschaal van de modelberekening.

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. Van 0 tot 100 jaar: | Laagverfijning van 1 mm op grensvlakken |
| 2. Van 100 tot 1000 jaar: | Laagverfijning van 5 mm op grensvlakken |
| 3. Van 1000 tot 10000 jaar: | Laagverfijning van 1 cm op grensvlakken |
| 4. Vanaf 10000 jaar: | Impliciet rekenschema |

Een impliciet rekenschema berekent het transport van een verontreiniging veel sneller dan een expliciet rekenschema. Voor rekestijden van meer dan 10000 jaar is een impliciet rekenschema wordt een impliciet rekenschema dan ook vaak toegepast om de modelberekening hanteerbaar te houden.

Het nadeel van een impliciet rekenschema is dat bij een advection transport gedomineerde problemen geen impliciet rekenschema mag worden toegepast. De uitlooging uit het depot is echter grotendeels diffusief gedomineerd, zodat voor een benadering van de uitloogflux een impliciet rekenschema voor lange rekestijden toepast kan worden.

3 Beschouwde verontreinigingen

In aanvulling op de berekening van de uitloging van fenantreen uit het speciedepot Drempt is een nieuwe berekening uitgevoerd om de uitloging voor een aantal andere in de landelijke MER Verwijdering Baggerspecie beschouwde organische verontreinigingen vast te stellen. Hierbij is gebruik gemaakt van één gidsstof en wordt de uitloging voor de overige stoffen door omrekening verkregen. Ook voor de verdelingscoëfficiënten van de organische verontreinigingen zal gebruik gemaakt worden van de landelijke MER Verwijdering Baggerspecie.

De beschouwde organische verontreinigingen zijn:

Tabel 3-1: Beschouwde verontreinigingen met verdelingscoëfficiënten

Verontreiniging	Log (K_{oc}) (l/kg)
fenantreen	4,60
fluorantheen	5,10
benzo(a)pyreen	6,20
antraceen	5,70
benzo(a)fluorantheen	6,02
benzo(ghi)peryleen	6,62
indenopyreen	7,00
PCB 28	5,74
PCB 40	5,50
PCB 52	5,95
PCB 101	6,00
PCB 153	6,45
DDT	5,75
DDE	5,71
Dieldrin	5,00
α -HCH	3,16
c-HCH	3,34
HCB	5,85
1,2 dichloorbenzeen	2,70

Hoewel voor de zware metalen geen berekening zal worden uitgevoerd, wordt wel een risico schatting gegeven voor de volgende groep (zware) metalen:

Tabel 3-2

(Zware) metalen
arseen
chromium
koper
chromium
kwik
nikkel
lood
zink

4 Vertalen uitloogflux naar andere verontreinigingen

4.1 Inleiding

Indien de verspreiding van een verontreiniging bij een bepaalde verdelingscoëfficiënt is bepaald, kunnen deze resultaten onder bepaalde voorwaarden vertaald worden naar een verontreiniging met een andere verdelingscoëfficiënt. Omdat deze vertaling de nodige haken en ogen kent, is in dit stuk aangegeven waarom de vertaling is toegestaan, wanneer de vertaling is toegestaan en hoe de vertaling uitgevoerd dient te worden.

4.2 Waarom is de vertaling toegestaan

Om te kunnen begrijpen waarom uit de verspreiding van stof A de verspreiding van stof B kan worden afgeleid wordt beschreven hoe de verspreiding van een stof in STYXZ wordt gemodelleerd.

Bij de verspreiding van een stof spelen drie soorten transport een rol:

- advectioneel transport: het transport door massastroming;
- diffusieel transport: het transport door diffusie;
- dispersieel transport: het transport van stof als neveneffect van advectioneel transport.

De verschillende transportfluxen worden als volgt berekend:

advectioneel transport

$$\text{flux}_{i,j} = Q_{i,j} * C_i \quad (1)$$

waarbij:

$\text{flux}_{i,j}$ het massatransport vanuit segment i naar segment j door advectioneel van segment i naar j (M/t)

$Q_{i,j}$ het debiet van segment i naar segment j (V/t)

C_i concentratie van stof in segment i (M/V)

diffusieel transport

$$\text{flux}_{i,j} = D_{i,j} \cdot \text{Opp}_{i,j} \cdot (C_i - C_j) / \text{lengte}_{i,j} \quad (2)$$

waarbij:

$\text{flux}_{i,j}$ massatransport tussen segment i naar segment j door diffusie tussen segment i en j (M/t)

$D_{i,j}$ diffusie-coëfficiënt tussen segment i en segment j (O/t)

C_i concentratie van stof in segment i (M/V)

C_j concentratie van stof in segment j (M/V)

$\text{Opp}_{i,j}$ uitwisselingsoppervlakte tussen segment i en j (O)

$\text{Lengte}_{i,j}$ afstand tussen de centra van segment i en j (L)

dispersie transport

$$\text{flux}_{i,j} = D_{i,j} * \text{Opp}_{i,j} * (C_i - C_j) / \text{lengte}_{i,j} \quad (3)$$

waarbij:

$\text{flux}_{i,j}$	massatransport tussen segment i naar segment j door dispersie tussen segment i en j, (positief van i naar j, negatief van j naar i, M/t)
$D_{i,j}$	dispersie-coëfficiënt tussen segment i en segment j (O/t)
C_i	concentratie van stof in segment i (M/V)
C_j	concentratie van stof in segment j (M/V)
$\text{Opp}_{i,j}$	uitwisselingsoppervlakte tussen segment i en j (O)
$\text{Lengte}_{i,j}$	afstand tussen de centra van segment i en j (L)

De dispersiecoëfficiënt volgt uit:

$$D_{i,j} = L_d * V \quad (4)$$

waarbij:

$D_{i,j}$	dispersie-coëfficiënt tussen segment i en segment j (O/t)
L_d	dispersielengte (longitudinaal of transversaal) (L)
V	gemiddelde stroomsnelheid grondwater (poriënsnelheid) (L/t)

Bij de dispersie wordt de longitudinale dispersie (evenwijdig aan de advectieve transportrichting) en de transversale dispersie (loodrecht op de advectieve transportrichting) bepaald. De formulering voor beide vormen van dispersie is hetzelfde en alleen de dispersielengte verschilt.

De formules voor de diffusie en de dispersie zijn in principe hetzelfde. In STYXZ wordt daarom met slechts één formulering gewerkt, waarin een sommatie van de diffusie en dispersiecoëfficiënten wordt gebruikt. Het stoftransport wordt dus uiteindelijk op basis van twee formuleringen bepaald.

In STYXZ wordt een truc gebruikt om de rekentijd van het model op te voeren. Daarbij wordt niet met de hoeveelheid stof in oplossing gewerkt, maar met de totale hoeveelheid stof (opgelost en geadsorbeerd). In het algemeen is bij adsorberende stoffen slechts een (zeer) beperkt deel van de totale hoeveelheid stof in oplossing aanwezig, zodat nu een veel grotere massa wordt beschouwd.

Bij transportberekeningen wordt de te gebruiken tijdstap bepaald door de verhouding tussen de te transporteren hoeveelheid en de aanwezige hoeveelheid. Indien te veel van de aanwezige hoeveelheid wordt getransporteerd ontstaan stabiliteitsproblemen. Indien alleen de opgeloste fase wordt beschouwd zal de rekentijdstap dus niet al te groot mogen worden. Indien de totale hoeveelheid stof wordt beschouwd zal de rekentijdstap in het algemeen sterk stijgen, omdat dit meestal een veel grotere massa vertegenwoordigt dan alleen de opgeloste hoeveelheid (tenzij er geen adsorptie plaatsvindt). In STYXZ wordt het transport dus berekend op grond van de totale hoeveelheid in plaats van de opgeloste hoeveelheid.

Indien totale hoeveelheden getransporteerd worden in plaats van opgeloste hoeveelheden moeten de volgende formules gebruikt worden:

De basisformulering voor het advectioneel transport is, met C de concentratie in oplossing en Q het debiet:

$$\text{flux}_{\text{adv}} = Q * C \quad (5)$$

Voor de concentratie in oplossing C geldt dat:

$$C = M_o / V_w \quad (6)$$

waarin:

M_o massa in oplossing

V_w volume water waarin de massa zich bevindt

Nu is de massa in oplossing via een factor (fractie opgelost) uit te drukken in de totale massa die in een segment aanwezig is:

$$M_o = M_t * f_o \quad (7)$$

waarin:

M_t totale massa

f_o fractie opgelost

Als alles in de flux-formulering wordt ingevuld ontstaat de volgende formulering:

$$\text{flux}_{\text{adv}} = Q * M_t * f_o / V_w \quad (8)$$

In deze formulering wordt de factor V_w/f_o omgezet in een nieuwe factor; het 'adsorberende formule' ($V_{\text{ads}} = V_w/f_o$). Dit is een constante omdat zowel V_w als f_o in de tijd niet zal veranderen.

Ook in de formulering van de diffusie en dispersie kan het adsorberende volume gebruikt worden. Dit levert de volgende formule:

$$\text{flux}_{\text{disp}} = D * \text{opp} * ((M_{t,i} * f_o / V_w) - (M_{t,j} * f_o / V_w)) / L \quad (9)$$

Waarin V_w/f_o weer gelijk is aan V_{ads} .

In beide transportformules kan de factor f_o buiten de formule gehaald worden. Dit zou de volgende twee formules opleveren:

$$\text{flux}_{\text{adv}} = f_o * (Q * M_t / V_w) \quad (10)$$

$$\text{flux}_{\text{disp}} = f_o * (D * \text{opp} * ((M_{t,i} / V_w) - (M_{t,j} / V_w)) / L) \quad (11)$$

Omdat f_0 in beide formules dus als een aparte factor voorkomt geldt dus dat zowel de advectieve als de dispersieve (diffusieve+dispersieve) flux lineair afhankelijk zijn van de fractie opgelost. Als de totale massa (M_t) gelijk blijft zal de flux dus verdubbelen bij een verdubbeling van de fractie opgelost. De tijd die flux kan aanhouden wordt daarbij gehalveerd omdat de totale massa bij een verdubbeling van de flux twee maal zo snel verdwenen zal zijn. De flux is dus evenredig met de fractie opgelost, het tijdsverloop omgekeerd evenredig.

De transportsnelheid van een stof wordt door het model niet direct berekend. Deze is echter af te leiden uit de stroomsnelheid van het grondwater en de fractie opgelost. Er geldt:

$$V_{\text{transp}} = V_{\text{grondwater}} * f_0 \quad (12)$$

waarin:

V_{transp} : transportsnelheid verontreiniging

$V_{\text{grondwater}}$: stroomsnelheid grondwater

De transportsnelheid van een stof zal dus evenredig zijn met de fractie opgelost van de verontreiniging. Een verdubbeling van de opgeloste fractie leidt tot een verdubbeling van de transportsnelheid. De transportsnelheid is niet afhankelijk van de concentratie van de verontreiniging.

Uit de formuleringen blijkt dus dat de flux en de transportsnelheid van een stof evenredig zijn met de fractie opgelost terwijl de tijd waarin die flux optreedt omgekeerd evenredig is met de fractie opgelost. Om de gevolgen hiervan te vertalen naar verdelingscoëfficiënten moet eerst de fractie opgelost verder onderzocht worden. De fractie opgelost wordt met de volgende formulering bepaald:

$$f_0 = \frac{1}{1 + (K * (1-\text{por}) * \text{sm} / \text{por})} \quad (13)$$

waarin:

f_0 fractie opgelost (-)

K totale verdelingscoëfficiënt (m^3/kg)

por porositeit (-)

sm dichtheid vaste fase (M/V)

Hierbij is K de totale K -waarde in m^3/kg . Deze volgt uit de K_{oc} en het organische koolstofgehalte via:

$$K = K_{oc} * OC \quad (14)$$

waarin:

K_{oc} verdelingscoëfficiënt (m^3/kgOC)

OC gehalte organisch koolstof (kgOC/kg)

Zolang de factor $(K * (1-\text{por}) * \text{sm} / \text{por})$ een waarde in de buurt van de 1 of minder heeft zal er geen lineair verband zijn tussen de fractie opgelost en de K . Zodra de waarde van de factor echter meer dan ongeveer 10 zal bedragen is de fractie opgelost vrijwel omgekeerd evenredig aan de K . In dat geval zal een verdubbeling van de K dus leiden tot een halvering van de fractie opgelost. In de praktijk heeft de factor $(K * (1-\text{por}) * \text{sm} / \text{por})$ bij een porositeit van

0.3 en een soortelijke massa van 2500 kg/m^3 al een waarde van meer dan 10 bij een K van $0.00172 \text{ m}^3/\text{kg}$. Bij een OC-gehalte van 11 % (depot) past daar een Koc van ongeveer $0.016 \text{ m}^3/\text{kg}$ ($\log(\text{Koc}) = 1,2 \text{ l/kg}$) bij. Bij deze parameters is de fractie opgelost dus vanaf een $\log(\text{Koc})$ van ongeveer 1.2 omgekeerd evenredig met de verdelingscoëfficiënt. In paragraaf 4.3 wordt op de verdere grenzen ingegaan. Alle beschouwde verontreinigingen hebben een verdelingscoëfficiënt van 2,7 of hoger zodat de fractie opgelost in het depot omgekeerd evenredig met de verdelingscoëfficiënt verondersteld mag worden. Voor de isolerende klei en het watervoerend pakket ligt de kritieke $\log(\text{Koc})$ op respectievelijk 2,5 en 2,8.

Indien de fractie opgelost omgekeerd evenredig is met de verdelingscoëfficiënt kan met behulp van het verband tussen de flux en de transportsnelheid en de fractie opgelost ook het verband tussen de flux en de transportsnelheid en de verdelingscoëfficiënt afgeleid worden. Dit betekent dat de flux en de transportsnelheid van een stof omgekeerd evenredig zijn met de verdelingscoëfficiënt, en de tijd waarin die flux optreedt evenredig is met de verdelingscoëfficiënt. Een verdubbeling van de verdelingscoëfficiënt leidt dus, indien de totale massa hetzelfde blijft, tot een halvering van de flux en de transportsnelheid en tot een verdubbeling van de tijdstermijn.

4.3 Wanneer is de vertaling toegestaan

De gegeven vertaling is onder een aantal randvoorwaarden toe te passen:

- Het transportveld moet constant zijn in de tijd; indien bijvoorbeeld consolidatie wordt meegenomen mag geen conversie toegepast worden. Ook kan er geen conversie uitgevoerd worden indien een geohydrologisch isolatiesysteem niet op $t=0$ wordt geactiveerd.
- De fractie opgelost moet voldoende laag zijn (zie paragraaf 4.2). Indien het verband tussen de fractie opgelost en de verdelingscoëfficiënt constant is mag een conversie toegepast worden. Bij een OC-gehalte van 0.25% is conversie dus vanaf een verdelingscoëfficiënt van ongeveer 2.8 l/kg (log-waarde) toegestaan.
- Behalve de concentratie van de stof en de verdelingscoëfficiënt mogen er geen andere wijzigingen in het systeem voorkomen. Een berekening met stof A (Koc A) met een organisch koolstofgehalte van het depot van 11% en van het watervoerende pakket van 0.25% kan dus niet vertaald worden naar stof B (Koc B) met een organisch koolstofgehalte van het depot van 5% en van het watervoerende pakket van 0.50 %.
- De ruimtelijke verspreiding van de concentraties moet voor beide stoffen op $t=0$ identiek zijn. Meestal betekent dit dat er op $t=0$ een depot is met een constante poriewaterconcentratie. Indien het depot is verdeeld in zones met verschillende concentraties, dan moeten de verhoudingen tussen de concentraties in de verschillende zones voor beide verontreinigingen hetzelfde zijn. Stel bijvoorbeeld dat een berekening wordt uitgevoerd met verontreiniging A voor een depot dat in 2 delen is opgedeeld, waarbij de verhouding in concentraties van A 1:4 is. De resultaten van deze berekening zijn dan te vertalen naar stof B mits de verhouding van de concentraties van stof B in de twee delen van het depot ook 1:4 is.

4.4 Hoe moet de vertaling uitgevoerd worden

In het algemeen wordt met STYXZ de verspreiding van één organische verontreiniging gemodelleerd. Hiervoor wordt meestal een stof met een lage verdelingscoëfficiënt gekozen, zodat een betrekkelijk snelle verspreiding optreedt. De resultaten van deze berekening kunnen vertaald worden naar alle stoffen met een hogere verdelingscoëfficiënt, zolang de fractie opgelost hoger is dan 0.1 ($=1/(1+10)$). Bij een organisch koolstofgehalte in het depot van 5,5 % oc moet de verdelingscoëfficiënt dus hoger zijn dan $0.037 \text{ m}^3/\text{kgoc}$ ($\log(Koc) > 1.57 \text{ l/kg}$). De meeste organische verontreinigingen voldoen aan deze eis.

Voor de conversie van de berekeningsresultaten moet de tijd t en de concentratie of flux omgerekend worden. De verdelingscoëfficiënt van de rekenstof ('stof A') is hierbij gelijk aan $Koc1 \text{ m}^3/\text{kg}$ en die van de gewenste stof ('stof B') is gelijk aan $Koc2 \text{ m}^3/\text{kg}$. De initiële porienwaterconcentratie van stof A is gelijk aan $CON1 \text{ mg/m}^3$. De initiële porienwaterconcentratie van stof B is gelijk aan $CON2 \text{ mg/m}^3$. De omrekeningen die hier gegeven worden gelden alleen voor de verspreiding uit een slibdepot. Hierbij is dus op $t=0$ alleen verontreiniging in het depot aanwezig.

Voor de conversie moeten nu de volgende factoren gebruikt worden:

concentratie

Voor stof A is op een bepaald tijdstip en op een bepaalde positie de concentratie bekend. De concentratie is dus een functie van de tijd en van de plaats. Uit deze informatie is de concentratie van stof B op dezelfde positie, maar op een ander tijdstip als volgt te berekenen:

$$\text{concentratie}(\text{stof B}, (\text{tijd} * Koc2 / Koc1), \text{plaats}) = CON2 / CON1 * \text{concentratie}(\text{stof A}, \text{tijd}, \text{plaats}) \quad (15)$$

depotflux

De flux uit het depot is een functie van de tijd. Als de depotflux voor stof A op een tijdstip berekend is, kan hieruit als volgt de flux voor stof B op een ander tijdstip bepaald worden:

$$\text{depotflux}(\text{stof B}, (\text{tijd} * Koc2 / Koc1)) = CON2 / CON1 * \text{depotflux}(\text{stof A}, \text{tijd}) \quad (16)$$

Ook de pompflux en de lekkageflux zijn op een vergelijkbare wijze in elkaar om te zetten.

verontreinigd volume

Uit een verspreidingsberekening kan een volume van het watervoerende pakket afgeleid worden dat tot boven een bepaalde concentratie is verontreinigd. Dit verontreinigde volume is een functie van de tijd en van de concentratiegrens die is opgegeven ('grenswaarde'). Bij omrekening van stof A naar stof B zal het volume hetzelfde blijven, maar zal het tijdstip waarop dit volume bereikt wordt en de concentratiegrens veranderen. De omrekening vindt als volgt plaats:

$$\text{volume}(\text{stof B}, (\text{tijd} * Koc2 / Koc1), (\text{grenswaarde} * CON2 / CON1)) = \text{volume}(\text{stof A}, \text{tijd}, \text{grenswaarde}) \quad (17)$$

transportsnelheid

De transportsnelheid van een verontreiniging wordt niet direct met STYXZ berekend. Deze is af te leiden uit de afstand die een stof moet afleggen en de tijd die het duurt voordat die afstand is afgelegd. De transportsnelheid is bij een constant stromingsveld constant in de tijd en is afhankelijk van de stroomsnelheid en van de fractie opgelost (of de Koc en het OC-gehalte van de ondergrond). Als de snelheid voor stof A bekend is, dan is hieruit als volgt de snelheid voor stof B te bepalen:

$$\text{transportsnelheid(stof B)} = K_{oc1}/K_{oc2} * \text{transportsnelheid(stof A)} \quad (18)$$

voorbeeld

Voor stof A met een verdelingscoëfficiënt van 3.1 l/kg (log-waarde) en een porienwaterconcentratie van 10 mg/m³ wordt berekend dat de flux uit het depot na 150 jaar gelijk is aan 5600 mg/jaar. Na 500 jaar is een volume van het watervoerende pakket van 650000 m³ tot een concentratie van meer dan 1 mg/m³ verontreinigd. De concentratie op punt P is na 350 jaar gelijk aan 7.5 mg/m³. Wat is uit deze informatie voor stof B af te leiden, die een verdelingscoëfficiënt van 4.5 l/kg (log-waarde) heeft een porienwaterconcentratie van 0.5 mg/m³?

De flux uit het depot zal voor stof B na 3768 jaar (= 150*(31.623/1.259)) gelijk zijn aan 280 mg/jaar (= 5600*0.5/10). Na 12559 jaar (= 500*(31.623/1.259)) is een volume van het watervoerende pakket van 650000 m³ tot een concentratie van meer dan 0.05 mg (= 1*0.5/10) verontreinigd. De concentratie op punt P is na 8791 jaar (= 350*(31.623/1.259)) gelijk aan 0.375 (= 7.5*0.5/10) mg/m³.

5 Modelberekening

5.1 Keuze te modelleren organische verontreiniging

Voor de modelberekening wordt de fenantreen genomen. De keuze voor fenantreen biedt het voordeel dat de resultaten vergeleken kunnen worden met de al eerder uitgevoerde berekeningen. Dit biedt een extra controlemogelijkheid.

Omdat de vaste stof concentratie alleen van belang is voor de absolute hoeveelheid welke uitloopt en eenvoudig kan worden omgerekend indien de werkelijke concentratie bekend is wordt voor de modelberekening een concentratie van 1 mg/kg vaste stof genomen.

5.2 Resultaten

Voorafgaand aan de modelresultaten kan met behulp van de in Tabel 3-1 gegeven verdelingscoëfficiënt de opgeloste concentratie in het poriewater berekend worden. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van Dissolved Organic Carbon (DOC), waardoor de oplosbaarheid toeneemt. Belangrijke aannamen omtrent DOC zijn (zie ook rapport mei 1997):

$$\text{DOC} = 20 \text{ (mg/l)}$$

$$\text{XDOC} = 0,1$$

XDOC = binding aan DOC ten opzichte van bodem gebonden OC

Een belangrijke keuze welke gedaan moet worden om de flux van de verontreinigingen vanuit het depot naar het watervoerend pakket te kunnen berekenen is het organisch koolstofgehalte dat voor de omrekening gebruikt wordt. Het depot kent een organisch koolstofgehalte van 5,5%, echter de uitloging naar het watervoerend pakket vindt niet vanuit het depot, maar vanuit de isolerende kleimantel met een organisch koolstofgehalte van 0,5% plaats.

Voor het bepalen voor de uitlooflux naar het watervoerend pakket wordt echter toch met een organisch koolstofgehalte van 5,5% gerekend, omdat de flux vanuit het depot naar de isolatiemantel het snelheidsbepalende proces voor uitloging is.

Een controleberekening voor 1,2-dichloorbenzeen (de meest mobiele beschouwde organische verontreiniging en daarmee een goede maatstaf de bepaling van de doorbraaktijd bij verschillende organisch koolstofgehalten) leert dat het verschil in doorbraaktijd tussen een berekening met een OC gehalte van 0,5 en 5,5% minder dan 10% bedraagt, waarbij de doorbraaktijd bij een OC gehalte van 5,5% het dichtst bij de doorbraaktijd ligt indien 1,2-dichloorbenzeen apart gemodelleerd zou worden.

$$\text{Doorbraaktijd 1,2-dichloorbenzeen bij OC 5,5 \% (omrekening)} = 2,7 \text{ jaar}$$

$$\text{Doorbraaktijd 1,2-dichloorbenzeen bij OC 0,5 \% (omrekening)} = 2,5 \text{ jaar}$$

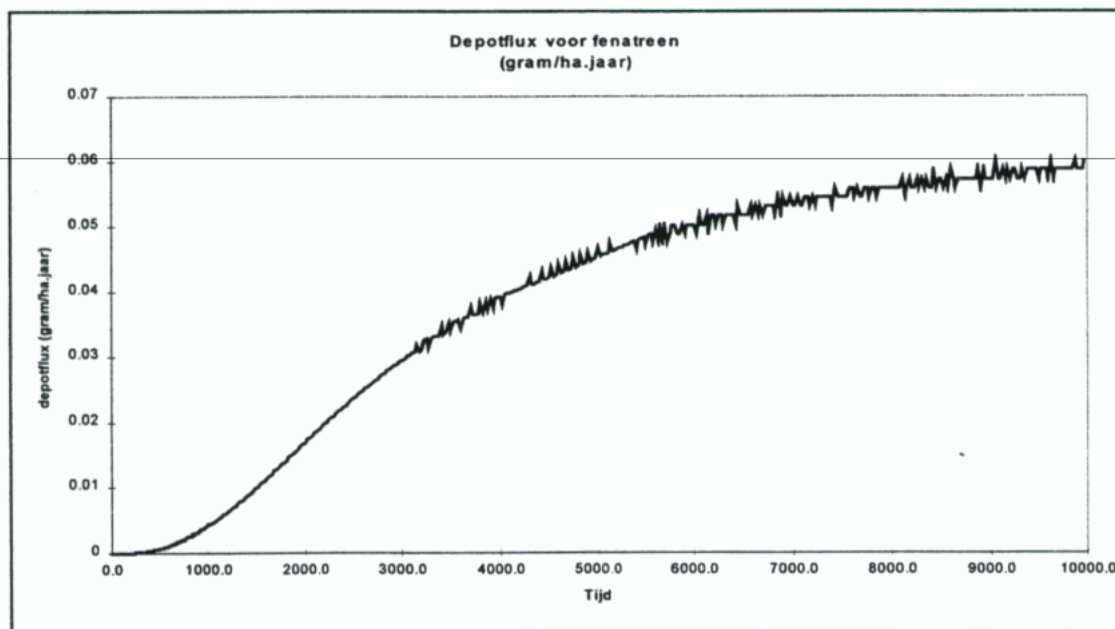
$$\text{Doorbraaktijd 1,2-dichloorbenzeen bij modellering} = 3,0 \text{ jaar}$$

De mobiliteit wordt bepaald door de totale opgeloste concentratie. Het is dan ook van belang de schijnbare verdelingscoëfficiënt vast te stellen, zodat met behulp van formule 16 de depotflux berekend kan worden. Tabel 5-1 geeft de concentratie in oplossing voor de verontreiniging, evenals de schijnbare verdelingscoëfficiënt (K_{overall}).

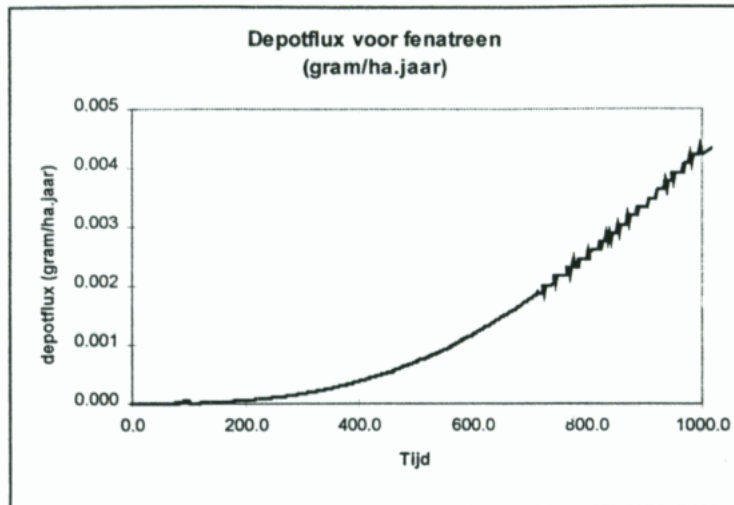
Tabel 5-1: Opgeloste concentraties verontreinigingen als functie van OC en DOC gehalte

	log(Koc)	Koc	XDOC	vaste stof	opgelost	DOC geb	som opgel	K overall
	(l/kg)	(l/kg)		mg/kg	5.5% OC ug/l	20 ppm ug/l	ug/l	(l/kg)
fenantreen	4.6	39811	0.1	1.0	0.457	0.036	0.493	2028
fluorantheen	5.1	125893	0.1	1.0	0.144	0.036	0.181	5531
benzo(a)pyreen	6.2	1584893	0.1	1.0	0.011	0.036	0.048	20905
antraceen	5.7	501187	0.1	1.0	0.036	0.036	0.073	13766
benzo(a)fluorantheen	6.02	1047129	0.1	1.0	0.017	0.036	0.054	18613
benzo(ghi)peryleen	6.62	4168694	0.1	1.0	0.004	0.036	0.041	24555
indenopyreen	7	10000000	0.1	1.0	0.002	0.036	0.038	26190
PCB 28	5.74	549541	0.1	1.0	0.033	0.036	0.069	14399
PCB 40	5.5	316228	0.1	1.0	0.057	0.036	0.094	10654
PCB 52	5.95	891251	0.1	1.0	0.020	0.036	0.057	17617
PCB 101	6	1000000	0.1	1.0	0.018	0.036	0.055	18333
PCB 153	6.45	2818383	0.1	1.0	0.006	0.036	0.043	23356
DDT	5.75	562341	0.1	1.0	0.032	0.036	0.069	14557
DDE	5.71	512861	0.1	1.0	0.035	0.036	0.072	13925
Dieldrin	5	100000	0.1	1.0	0.182	0.036	0.218	4583
a-HCH	3.16	1445	0.1	1.0	12.579	0.036	12.615	79
c-HCH	3.34	2188	0.1	1.0	8.311	0.036	8.347	120
HCB	5.85	707946	0.1	1.0	0.026	0.036	0.062	16117
1,2 dichloorbenzeen	2.7	501	0.1	1.0	36.277	0.036	36.314	28

In Figuur 5-1 is het verloop van de genormeerde fenantreen flux (in gram/(ha.jaar)) uit het depot naar het watervoerend pakket weergegeven. Een deelvergroting van om het moment van doorbraak vast te stellen is weergegeven in Figuur 5-2.



Figuur 5-1: Depotflux voor fenantreen



Figuur 5-2: Depotflux fenatreen voor eerste 1000 jaar

Hoewel na 20 jaar al een zeer geringe doorbraak naar het watervoerend pakket berekend wordt, is er pas na circa 200 sprake van een significante doorbraak naar het watervoerend pakket. Als tijdstip waarop fenatreen doorbreekt wordt dan ook 200 jaar gekozen.

Aan de hand van de voor fenatreen vastgestelde doorbraaktijd kan de doorbraaktijd voor de overige verontreinigingen berekend worden. Door formule 16 te herschrijven kan het tijdstip waarop de uitlooflux van fenatreen bekend moet zijn om de depotflux voor de overige verontreinigingen te berekenen. In Tabel 5-2 staan de tijdstappen waarop fenatreen uitvoer is weggeschreven. Hierbij wordt geen depotflux gegeven indien de doorbraaktijd voor de verontreiniging nog niet overschreden is.

Tabel 5-2: Tijdstip waarop uitvoer fenatreenflux nodig is voor omrekening

jaar	Tijdstip waarop uitvoer nodig is					Doorbraak jaar
	50	100	250	1000	10000	
fenatreen	-	-	250	1000	10000	200
fluorantheen	-	-	-	321	3211	623
benzo(a)pyreen	-	-	-	-	321	6226
antraceen	-	-	-	-	860	2324
benzo(a)fluorantheen	-	-	-	-	449	4451
benzo(ghi)peryleen	-	-	-	-	-	11999
indenopyreen	-	-	-	-	-	17955
PCB 28	-	-	-	-	791	2528
PCB 40	-	-	-	-	1322	1513
PCB 52	-	-	-	-	515	3881
PCB 101	-	-	-	-	467	4282
PCB 153	-	-	-	-	212	9429
DDT	-	-	-	-	775	2582
DDE	-	-	-	-	843	2374
Dieldrin	-	-	-	402	4024	497
a-HCH	1368	2735	6838	27352	273515	7.3
c-HCH	904	1807	4518	18073	180734	11.1
HCB	-	-	-	-	630	3174
1,2 dichloorbenzeen	3943	7887	19717	78869	788692	2.5

Met behulp van formule 16 en de fenantreenflux naar het watervoerend pakket op de tijdstippen weergegeven in Tabel 5-2 kan de uitlooflux voor de verschillende verontreinigingen worden vastgesteld (Tabel 5-3).

Tabel 5-3: Depotflux naar watervoerend pakket op verschillende tijdstippen

jaar	vaste stof mg/kg	K overall (l/kg)	Depotflux gram/(ha.jaar)				
			50	100	250	1000	10000
fenantreen	1.0	198	0.0000	0.0000	0.0001	0.0042	0.0601
fluorantheen	1.0	615	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0100
benzo(a)pyreen	1.0	6152	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
antracene	1.0	2297	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003
benzo(a)fluorantheen	1.0	4398	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
benzo(ghi)peryleen	1.0	11857	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
indenopyreen	1.0	17742	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PCB 28	1.0	2498	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
PCB 40	1.0	1495	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010
PCB 52	1.0	3835	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PCB 101	1.0	4231	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PCB 153	1.0	9317	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
DDT	1.0	2551	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
DDE	1.0	2346	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
Dieldrin	1.0	491	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0153
a-HCH	1.0	7	0.2328	0.7224	1.4898	1.6159	0.9512
c-HCH	1.0	11	0.0603	0.2565	0.7901	1.0924	0.7529
HCB	1.0	3136	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
1,2 dichloorbenzeen	1.0	3	3.0733	4.4061	4.0426	4.7476	1.9249

6 Zware metalen

Tot nu toe zijn zware metalen niet beschouwd in de berekeningen voor de uitloogflux. De reden hiervoor is dat de meeste zware metalen onder anaerobe omstandigheden zoals in een depot heersen nauwelijks mobiel zijn. De uitloogflux voor zware metalen wordt bovendien niet bepaald door de in het depot aanwezige concentratie, maar door het oplosbaarheidsproduct van de minerale vaste fasen waarin de zware metalen aanwezig zijn (meestal is dit een metaalsulfide). Alleen indien de baggerspecie voorafgaand aan storten voor een langere periode blootgesteld aan de atmosfeer wordt opgeslagen zal een deel van de specie oxyderen en er een mobilisatie van zware metalen plaats kunnen vinden.

Onderstaande tekst illustreert het geringe risico van uitloging voor zware metalen (uitgezonderd chroom en arseen) en is rechtstreeks overgenomen uit het Milieu-effectrapport Inrichting baggerspeciedepots (Witteveen en Bos, 1991, blz. 81-82). Dit rapport ligt ten grondslag aan de Landelijke MER Verwijdering Baggerspecie.

“ Baggerspecie geborgen onder (grond)water zal door aanwezigheid van organische stof gereduceerd zijn. Dit gereduceerde karakter zal vooral in een gereduceerd grondwaterpakket blijvend zijn. Onder gereduceerde omstandigheden is de concentratie van veel zware metalen in het poriënwater van de baggerspecie onafhankelijk van de concentratie in de vaste fase en lager dan de referentiewaarde voor grondwater. Verontreiniging van het grondwater is dan niet mogelijk. Chroom en arseen vormen hier echter een uitzondering op. Voor organische contaminanten geldt dat de concentratie in het poriënwater van de baggerspecie hoger kan zijn dan de A-waarde voor grondwater. Verspreiding van chroom, arseen en bepaalde contaminanten levert dus een risico op met betrekking tot de verontreiniging van het grondwater. De concentratie van chroom in oplossing (poriënwater) is daarbij onafhankelijk van de concentratie in de vaste stof en het percentage organisch stof. Zelfs bij grond die voldoet aan de referentiewaarde voor grond met betrekking tot arseen, kan de concentratie in het poriënwater de referentiewaarde voor grondwater verre overtreffen. Een dergelijke situatie heeft niets te maken met milieuverontreiniging, maar wordt veroorzaakt door een hoge mobiliteit van arseen onder gereduceerde omstandigheden.”

7 Conclusies

De omrekening van de modelresultaten voor een brede groep organische verontreinigingen toont aan dat slechts voor een geringe groep organische contaminanten op een tijdschaal van 10000 jaar doorbraak plaatsvindt indien het depot geïsoleerd wordt met 1 meter dikke mantel van schone klei (organisch koolstofgehalte schone klei 1%).

Alleen de mobiele PAK's en PCB's (fenantreen, fluorantheen, antraceen, PCB28 en PCB40) zullen gedurende deze periode doorbreken. Hoewel de werkelijke depotflux afhankelijk is van de vaste stof concentratie van deze verontreinigingen in de te storten specie, lijken alleen fenantreen en fluorantheen in significante mate uit te logen.

Voor de groep overige organische verontreinigingen (DDT, DDE, Dieldrin, α -HCH, c-HCH, HCB en 1,2-DCB) geldt dat Dieldrin, α -HCH, c-HCH en 1,2-DCB in significante mate doorbreken op een tijdschaal van 10000 jaar. Of de normflux overschreden wordt is afhankelijk van de vaste stof concentratie in de te storten specie.

Voor de meeste zware metalen geldt dat onder gereduceerde omstandigheden zoals in een baggerspeciedepot de uitloging van zware metalen uit het depot verwaarloosbaar is. Uitzonderingen zijn chroom en arseen. De vaste stof concentratie in de geborgen specie is voor de mobilisatie van chroom en arseen uit het depot echter van ondergeschikt belang.

8 Literatuur

Beleidsstandpunt Verwijdering baggerspecie
Tweede Kamer, vergaderjaar 1993-1994, 23450, nr. 1

Witteveen en Bos, 1991
Milieu-effectrapport Inrichting baggerspeciedepots, blz. 81-82

**Bijlage 18 Beschrijving grondwatermo-
del waterschap Rijn en IJssel**

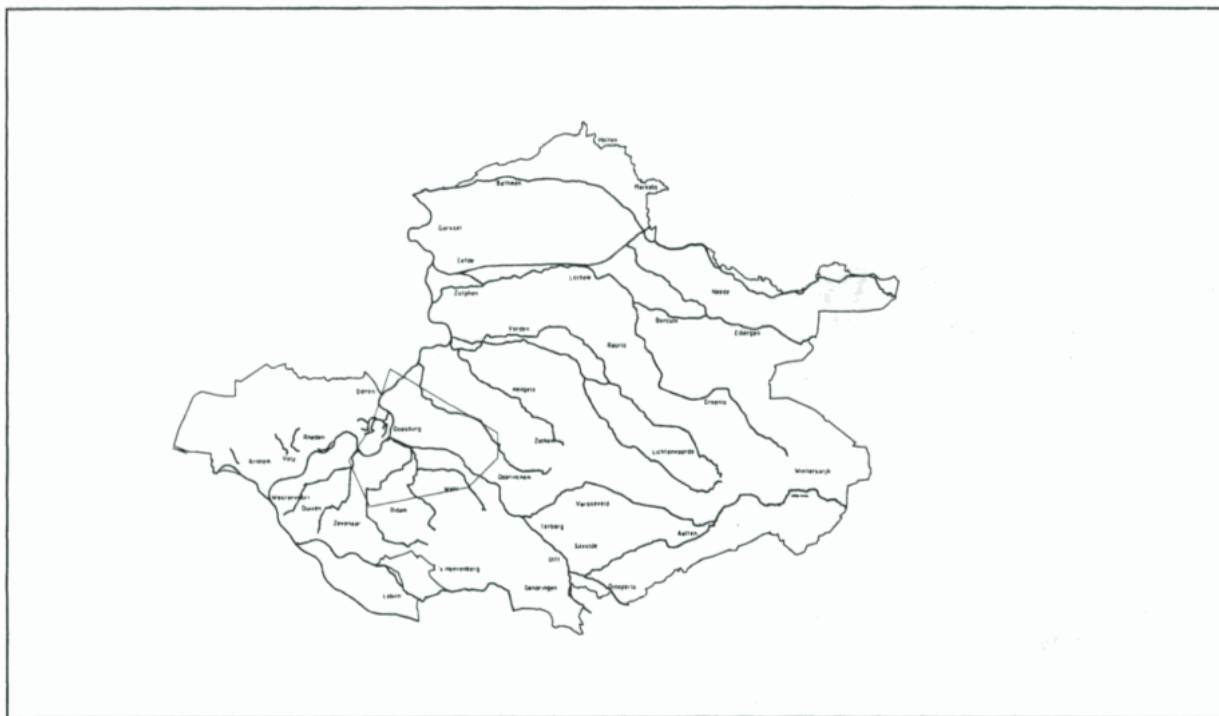
1. Modelkeuze

Bij het waterschap Rijn en IJssel worden grondwaterstudies uitgevoerd met behulp van het simulatieprogramma MicroFEM. Voor dit programma is gekozen op basis van gebruiksvriendelijkheid, in- en uitvoermogelijkheden en de niet-stationaire rekenmodule van MicroFEM.

MicroFEM is een softwarepakket waarmee een gebiedsdekkend grondwatermodel met meerdere watervoerende pakketten en waterscheidende lagen kan worden gemaakt volgens de 'eindige-elementen-methode'. Dit houdt in dat het model wordt opgedeeld in knooppunten die via een netwerk van driehoekjes met elkaar in relatie staan. Het model simuleert in elk knooppunt de verzadigde grondwaterstroming, de uitwisseling tussen het grond- en oppervlaktewater, de grondwateraanvulling onder invloed van neerslag en grondwateronttrekkingen. Dit gebeurt op basis van waterbalansberekeningen. Voordat met deze numerieke berekeningen kan worden begonnen, moeten eerst de begin- en randvoorwaarden worden ingevoerd. Eén van deze randvoorwaarden wordt bepaald door de hoogteligging van het oppervlaktewaterstelsel. MicroFEM kan zowel stationair als niet-stationair rekenen.

2.1. Modelnetwerk

Het modelgebied omvat grotendeels een gebied dat aan weerszijde van de Oude IJssel ligt tussen de Gelderse IJssel en Doetinchem. De randen van het modelgebied zijn zodanig gekozen dat de vaste randvoorwaarden geen invloed meer hebben op de zandwinplas bij Drempt. De oppervlakte van het totale modelgebied bedraagt 13021 ha.



Figuur 2.1 Ligging studiegebied

spreidingslengte

Als eerste criterium voor het bepalen van de ligging van de modelranden is gebruik gemaakt van de spreidingslengte (Maas, 1996; 1997). Deze wordt door de volgende formule beschreven:

$$\lambda = \sqrt{kD_{\text{totaal}} \cdot c_{\text{totaal}}}$$

kD_{totaal} = som van de kD -waarden van alle gemodelleerde lagen;

c_{totaal} = som van de verticale weerstand van de deklaag en slecht doorlatende lagen boven het pakket van ingreep.

Gebruikelijk is dat de randen op een minimale afstand van 3λ verwijderd liggen van het gebied van interesse. Dit wordt gedaan om mogelijke invloeden te voorkomen van vaste randvoorwaarden op het doorrekenen van de hydrologische effecten die het gevolg kunnen zijn van geplande ingrepen.

Verder zijn de randen van het modelgebied gekozen op grond van de volgende overwegingen:

- De noordrand is zodanig gekozen dat deze zoveel mogelijk loodrecht op de isohypsen staat zoals die op de kaartbladen 33 en 40 Oost staan aangegeven;
- de oost- en zuidranden vallen zoveel mogelijk samen met de isohypsen 11 m +NAP, zoals die op kaartblad 40 Oost staan aangegeven;
- de westrand valt zoveel mogelijk samen met de isohypsen 8 m +NAP, zoals die op de kaartbladen 33 en 40 Oost staan aangegeven;
- De zuidwestrand staat zoveel mogelijk loodrecht op de isohypsen 8 en 9 m +NAP, zoals die op kaartblad 40 Oost staan aangegeven;

Discretisatie van het modelgebied

Binnen het netwerk zijn verschillende knooppuntsafstanden gebruikt. De mate van verfijning wordt bepaald door de vraagstelling, het hydrologische systeem en de aanwezige invoergegevens. In het model zijn de volgende drie zones onderscheiden:

1. zone langs Oude IJssel met daarin de zandwinplas Drempt: knooppuntafstand 100 m;
2. zone langs en rondom de zone genoemd bij punt 1: knooppuntafstand 220 m;
3. randzone: knooppuntafstand 300 m.

2.2. Doorlatendheden en weerstandswaarden**2.2.1. Achtergrondinformatie**

Watervoerende pakketten en scheidende lagen zijn geschematiseerd als lagen met knooppunten. Per knooppunt wordt een doorlaatvermogen (kD), respectievelijk een weerstand (c) toegekend. Een watervoerend pakket bestaat in de regel uit zand en/of grind en wordt gekenmerkt door een doorlaatfactor (k -waarde) en een dikte (D). Deze leveren samen het bovengenoemde doorlaatvermogen. Naarmate het doorlaatvermogen groter is, kan het grondwater gemakkelijker door zo'n pakket stromen. Een scheidende laag bestaat in de regel uit klei-, of leemlagen. Zo'n laag wordt gekenmerkt door zijn verticale hydraulische weerstand. Een grotere hydraulische weerstand betekent dat grondwater minder gemakkelijk door een scheidende laag kan stromen. Elk hydrologisch model heeft een geohydrologisch basis. De grondwaterstroming vindt in werkelijkheid vooral plaats boven die basis. De stroming er onder is verwaarloosbaar.

2.2.2 Hydrogeologische situatie

Oost-Gelderland is geologisch onder te verdelen in het Oost-Nederlands Plateau en het Pleistocene bekken. De scheiding tussen beide gebieden ligt ongeveer op de lijn Groenlo-Lichtenvoorde. Het Pleistocene bekken kan weer onderverdeeld worden in:

- De gestuwde gebieden: Veluwe en Montferland;
- Het IJsselbekken ;
- De Westelijke Achterhoek.

Het modelgebied ligt in het glaciële IJsselbekken dat grotendeels opgevuld is met fijnkorrelige meer- of bekkenafzettingen van de Formatie van Drente. De hydrogeologische laagopbouw kan als volgt worden geschematiseerd:

Deklaag

Plaatselijk aanwezige, 2 tot 3 m dikke kleilaag.
Betuwe formatie
 $c = 100$ tot 300 dagen.

Het eerste watervoerend pakket

5 tot 15 m dik pakket matig fijn tot zeer grof zand.
Formaties van Twente en Kreftenheye
 $kD = 500$ tot 1000 m²/d.

Vormt één geheel met het tweede watervoerend pakket indien de eerste scheidende laag ontbreekt.

De eerste scheidende laag

Plaatselijk aanwezige, vaak onderbroken, 2 tot 5 m dikke klei- en veenlaag. Formatie van Kreftenheye (Eem)
 $c =$ maximaal 1100 dagen.

Het tweede watervoerend pakket

15 tot 30 m dik pakket matig grof tot zeer grof zand. Formaties van Kreftenheye en Drente
 $kD = 500$ tot 2000 m²/d.

Vormt één geheel met het eerste watervoerend pakket indien de eerste scheidende laag ontbreekt.

De tweede scheidende laag

5 tot 70 m dik pakket klei, leem en fijn zand.
Formatie van Drente, keileem en bekkenafzettingen.
 $C = 9,4 \cdot 10^6$ dagen.

Het derde watervoerend pakket

50 tot 100 m dik pakket zeer fijn tot matig fijn zand. Formaties van Maassluis en Oosterhout.
 $KD = 500$ tot 1000 m²/d.

De hydrologische basis

100 tot 200 m -NAP, gevormd door klei en zeer fijn zand.
Formaties van Oosterhout en Breda.

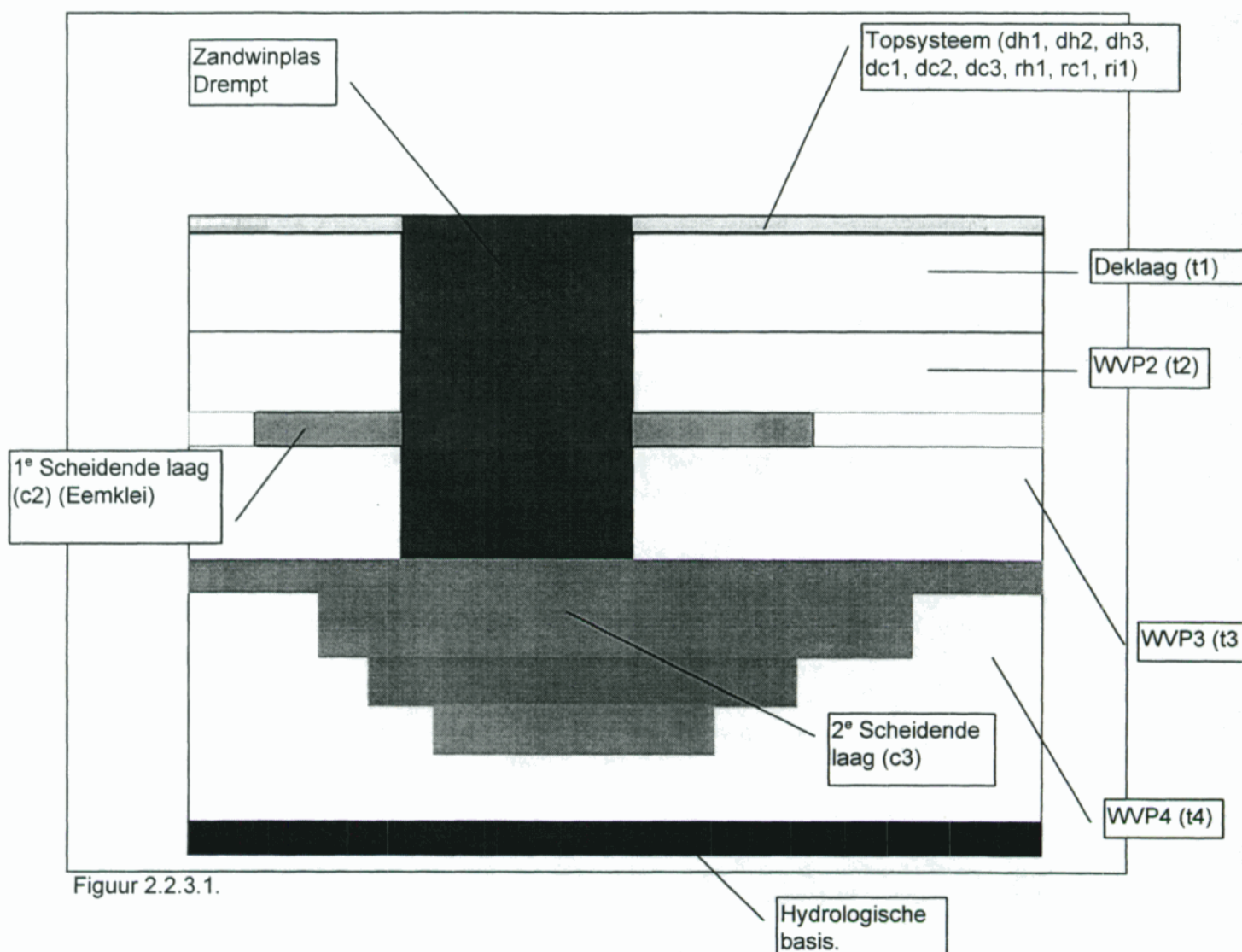
2.2.3 Basiskaarten en hydrogeologische schematisatie

De hydrogeologische schematisatie heeft plaats gevonden op basis van een maaiveldhoogtekaart en een kaart waarop de hoogteligging van de hydrologische basis (bovenkant tertiaire kleien) is aangegeven. De dikte van de kwartaire afzettingen is berekend door in ieder knooppunt het verschil te berekenen tussen de maaiveldhoogte en de hoogteligging van de tertiaire basis. Deze afzettingen zijn geschematiseerd tot een profiel met maximaal vier watervoerende lagen tussen het maaiveld en de hydrologische basis (Figuur 2.2.3.1). Hierbij is gebruik gemaakt van informatie uit de TNO-grondwaterkaart van Nederland, te weten de kaartbladen 33 Oost en 40 Oost. Het gaat hierbij om de volgende gegevens:

1. Hoogteligging van de top van de Formatie van Drente;
2. Dikte van de Formatie van Drente;
3. Dikte en hoogteligging van de Formatie van Kreftenheye (Eemklei);

Via eenvoudige GIS-bewerkingen zijn met behulp van bovengenoemde gegevens en kaartmateriaal de dikten van de verschillende watervoerende pakketten en scheidende lagen bepaald. Vervolgens zijn m.b.v. gegevens over weerstanden en doorlatendheden (paragraaf 2.2.2) voor elke laag de bijbehorende c- en kD-waarden bepaald.

De deklaag is aan de hand van de bodemkaart van Nederland onderverdeeld in klei en zand. Met behulp van de "Staringreeks" zijn vervolgens de waarden voor t1 (kD-waarde) en c2 (vertikale weerstand van de deklaag, $c2 = \text{dikte deklaag} / t1$) bepaald.



Figuur 2.2.3.1.

2.3. Randvoorwaarden

De randen van het model worden gesimuleerd op basis van vaste stijghoogtes. Op de westrand van het model is daarbij een vaste stijghoogte van 8,00 m +NAP ingevoerd. Op de oost- en zuidoost- rand van het model is een vaste stijghoogte van 11,00 m +NAP ingevoerd. Via deze open randen kan grondwater het model in- of uitstromen. De betreffende stijghoogten zijn uit het isohypsenpatroon van de TNO Grondwaterkaart van Nederland afgeleid.

2.4. Oppervlaktewater en drainage

De uitwisseling tussen het grond- en oppervlaktewater is op twee manieren gesimuleerd in het model. De Gelderse IJssel en de hoofdwatgangen die in het beheer zijn van het Waterschap Rijn en IJssel, alsmede alle A-watgangen van het gebied van de herbeoordeling zijn gemodelleerd als lijnelementen.

Van deze watgangen is in het model ingevoerd:

waterpeil;
in- en uittreeweerstand.

Bovenstaande gegevens worden voor elke rekenstap ingelezen uit van te voren aangemaakte parameter files (dh1, rh1, dc1, rc1, ri1).

Binnen MicroFem kan het oppervlaktewater op verschillende manieren als een bovenrandvoorwaarde worden gemodelleerd. Bij deze modellering is gebruik gemaakt van de opties *Drainage-* en *River system*. Watgangen die in de zomer kunnen droogvallen, worden gemodelleerd als een *Drainage system*: als de grondwaterstand boven het opgegeven drain-niveau komt, treedt drainage op, is de grondwaterstand lager dan valt de sloot droog. De hoofdwatlopen die in de zomer nog water voeren als gevolg van aanvoer vanuit bovenstrooms gelegen stroomgebieden, worden als een *River system* gemodelleerd. De waterloop heeft dan een opgegeven peil waarbij afhankelijk van de grondwaterstand drainage of infiltratie kan optreden.

Het waterpeil is per knooppunt ingevoerd op basis van stuw of peilgegevens van het waterschap. Voor de landbouw zijn enkele kritieke perioden (februari-mei en september-november) te onderscheiden die betrekking hebben op de maximaal toelaatbare grondwaterstand. In de gestuwde hoofdwatgangen is daarom uitgegaan van winterpeilen.

De intreeweerstand is de hydraulische weerstand die grondwater ondervindt als het intreedt in de watgang. De uittreeweerstand is de weerstand tegen stroming die het water ondervindt als het uittreedt uit het oppervlaktewater. Van de intreeweerstand is alleen bekend dat deze in de orde grootte van 1 □ enkele dagen ligt. De intreeweerstand van een drainerende waterloop is lager dan de uittreeweerstand bij (sub)infiltratie. Omdat de meeste waterlopen in het model draineren en bovendien de kleinere sloten in de zomer droogvallen, wordt voor alle waterlopen een intreeweerstand van 1 dag aangehouden. Voor de hoofdwatgangen die gedurende de zomer niet droogvallen is tevens een uittreeweerstand van 2 dagen aangehouden.

Ook de uitwisseling tussen het grondwater en kleinere kavelsloten is in het model gesimuleerd. Hierbij is niet gewerkt met lijnelementen, maar met vlakwaarden. Per knooppunt zijn waarden voor het drainagepeil ten opzichte van maaiveld alsmede een gebiedsdekkende drainageweerstand ingevoerd. Hierbij wordt de gebiedsdekkende drainageweerstand bepaald door de onderlinge afstand tussen de kavelsloten. Wanneer een grondwaterstand boven maaiveld wordt berekend, treedt een drainageweerstand van 50 dagen in werking waarmee de inundatie wordt gesimuleerd.

2.5. Grondwateraanvulling

De grondwateraanvulling als gevolg van neerslag en verdamping is bepaald aan de hand van:

neerslag-dagcijfers voor de periode oktober 1996 t/m december 1998;
verdampings-dagcijfers voor de periode oktober 1996 t/m december 1998;
landgebruik;
grondwatertrap;
berekeningen met een model voor de onverzadigde zone SIMFLOW.

De aanvulling of onttrekking van het freatisch grondwater is berekend met SIMFLOW. Dit is gedaan, omdat MicroFEM alleen de verzadigde grondwaterstroming beschrijft. Als respectievelijk de neerslag en verdamping direct in het model zouden worden ingevoerd, zou dat betekenen dat er geen rekening wordt gehouden met de actuele verdamping, de berging en capillaire opstijging in de onverzadigde zone. Met name in de zomermaanden is dit van belang, omdat dan de grondwaterstanden het laagst zijn en er veel regenwater in de onverzadigde zone kan worden geborgen. Daarnaast is de actuele verdamping dan veel lager dan de potentiële verdamping.

Afhankelijk van de opgegeven grondwatertrap wordt door Simflow ook nog gebruik gemaakt van een vaste onderrandvoorwaarde. Deze onderrandvoorwaarde beschrijft de kwel- en wegzijgingsfluxen tussen de onverzadigde zone en het freatisch grondwater.

2.6. Bergingscoëfficiënten

De bergingscoëfficiënt is sterk bepalend voor de mate waarin de grondwaterstand reageert op neerslag en verdamping. Deze parameter is afhankelijk van de vochttoestand van de bodem. Een droge bodem kan immers meer vocht opnemen dan een reeds natte grond. M.b.t. de deklaag is voor de zandgronden uitgegaan van een bergingscoëfficiënt van 0,2 en voor de rivierklei afzettingen een bergingscoëfficiënt van 0,15.

In WWP2, WP3 en WWP4 is aan de elastische bergingscoëfficiënt een waarde van 0,002 toegekend.

2.7. Zandwinplas bij Drempt

De zandwinplas Drempt, lengte ca 400 meter, breedte ca 250 meter, oppervlak op de waterspiegel ca 10 ha. is maximaal 19 meter diep (diepste punt op 9,80 m -NAP). De plas ligt met de korte zijde 50 - 60 meter vanaf de kade van de Oude IJssel. Inhoud van de plas: 916.000 m³. De plas heeft geen oppervlakkige verbinding met het omringende oppervlaktewater.

Grondwaterstromingen worden door de plas afgevangen. Het water in de plas bestaat dan ook grotendeels uit grondwater. De plas is op de volgende wijze gemodelleerd: Feitelijk werkt alleen de rand van de plas drainerend danwel infiltrerend op de omgeving. Daarom is alleen aan de rand van de plas een drainageweerstand, een intreeweerstand en een waterpeil opgegeven. De drainage weerstand is berekend volgens:

$$\text{weerstand} = a / l \cdot 0,2$$

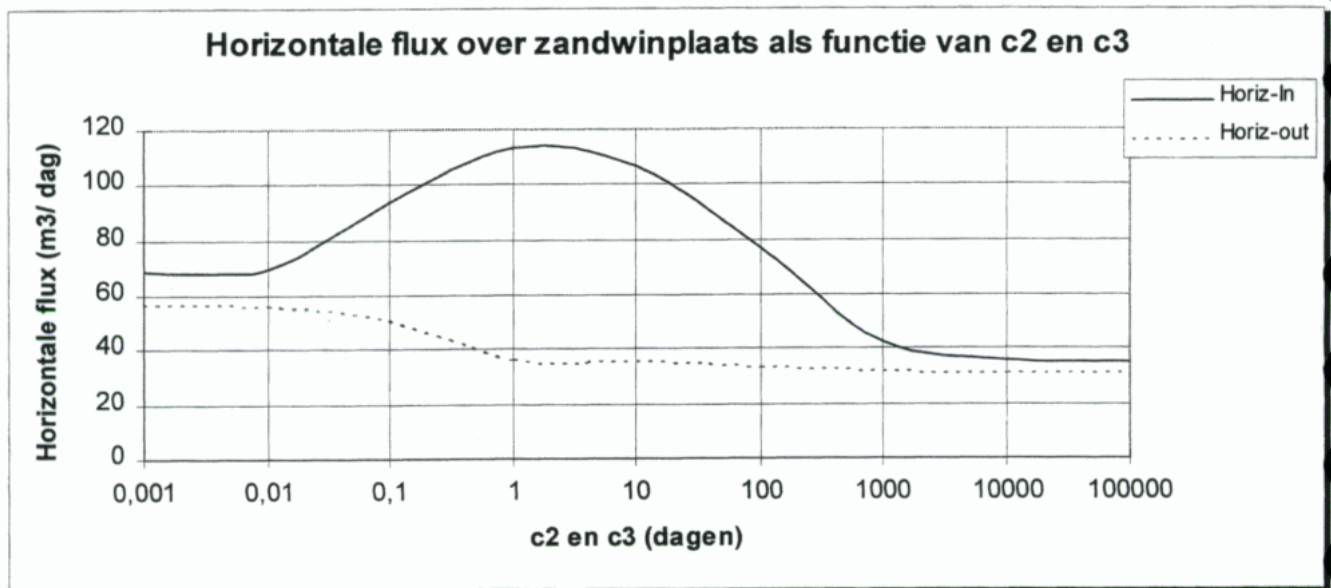
Waarin a de knooppuntsoppervlakte in het model is en l de lengte van het betreffende knooppuntssegment. Deze formule komt uit het rapport waarin de modellering van de zandwinplas 't Hilgelo is beschreven. De factor 0,2 (ter vervanging van de drainerende breedte die bij de watergangen wordt ingevoerd) is in dat rapport bepaald op basis van een globale afvoerberekening vanuit de zandwinplas.

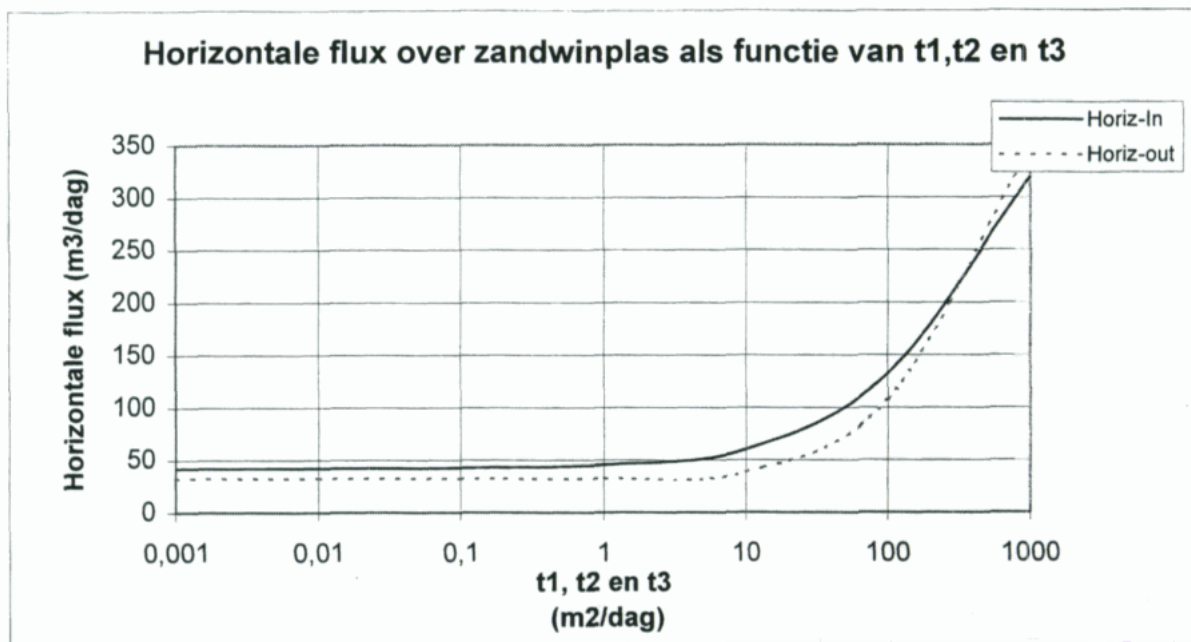
Om de uitwisseling van water in de plas tussen de verschillende modellagen te simuleren zijn de doorlatendheden in de plas op 100.000 m²/d gezet en de weerstanden op 1 dag. De bergingscoëfficiënten in de plas zijn op 1 gezet.

3. Gevoeligheidsanalyse en calibratie

Hieronder staan twee grafieken die voor de zandwinplas een beeld geven van de relatie tussen de berekende in- en uitgaande horizontale fluxen en de aangenomen c en k waarden. Uit de grafiek blijkt dat de horizontale flux pas gaat veranderen bij een waarde voor t₁, t₂ en t₃ die hoger is dan 10 m³/dag.

Voor wat betreft c₂ en c₃ is het verband met de in- en uitgaande horizontale fluxen minder eenduidig. Uit de betreffende grafiek blijkt echter wel dat deze fluxen nauwelijks nog veranderen als de waarden voor c₂ en c₃ groter zijn dan 1000 dagen.





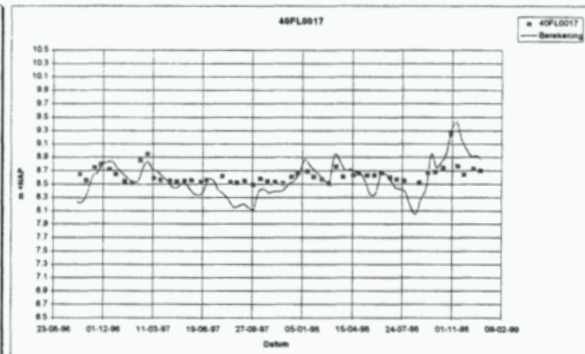
Het grondwatermodel is na de gevoeligheidsanalyse gecalibreerd. Door een aantal parameters te variëren wordt hierbij geprobeerd het berekende stijghoogteverloop zoveel mogelijk overeen te laten komen met het gemeten stijghoogteverloop. Nadeel van deze methode is echter, dat met name stijghoogtemetingen van de bovenste lagen slechts puntinformatie bevatten die door toevallige lokale omstandigheden sterk kunnen zijn beïnvloed. Vooral het microreliëf kan veel invloed hebben op de lokale grondwaterstand. Beter zou zijn om ook op afvoeren te ijken. De afvoer is een restterm van de waterbalans en geeft informatie over een vlak. Wanneer deze term goed wordt gesimuleerd betekent dat veelal dat het hydrologische systeem goed in het model zit. Helaas waren er binnen het modelgebied geen bruikbare afvoermetingen beschikbaar.

Uit de gevoeligheidsanalyse is gebleken op welke veranderingen in parameterwaarden het stijghoogteverloop het sterkst reageert. Op basis van deze resultaten zijn tijdens het calibratieproces de waarden van een aantal parameters binnen een bepaalde marge veranderd. De marge waarbinnen een parameterwaarde mag worden veranderd, hangt hierbij sterk samen met de zekerheid waarmee deze waarde aan een parameter kan worden toegekend. Parameterwaarden die met zekerheid zijn vast te stellen zoals stuwpeilen, zijn niet in het calibratieproces meegenomen.

Als ijkperiode is gekozen voor de periode oktober 1996 t/m december 1998, omdat zich toen een aantal extreme situaties voordeden die belangrijk waren voor een vraagstellingen die met dit model beantwoord moesten worden. Er is gerekend in decade tijdstappen waarbij per tijdstap de tijdsafhankelijke parameters bergingscoëfficiënt en gemiddelde grondwateraanvulling zijn ingevoerd. De peilen in de watergangen zijn zoveel mogelijk ingevoerd op basis van de gemiddelde voorjaars situatie. Het peil op de IJssel is evenals de grondwateraanvulling per decade ingevoerd. Hierbij is uitgegaan van de decade gemiddelde waterstanden zoals die bij Doesburg op de IJssel zijn gemeten. De resultaten van de niet-stationaire ijking voor vier peilbuizen in de omgeving van de plas bij Drempt staan in onderstaande grafieken weergegeven.



Fout! Ongeldige koppeling.



4 Hydrologische effecten van het slibdepot op het grondwater

Met behulp van het ontwikkelde model zijn vervolgens een aantal vragen over de grondwaterbeweging beantwoord. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de berekende huidige grondwatersituatie en van de grondwatersituatie die ontstaat als de plas geheel is gevuld met baggerspecie. In combinatie met de modelberekeningen van het Waterloopkundig Laboratorium kunnen daarmee conclusies worden getrokken over mogelijke effecten.

4.1. Stroming van het grondwater

De algemene richting van het grondwater ter hoogte van de plas is noordwestelijk gericht. De IJssel heeft een sterk drainerende werking op de wijde omgeving. Omdat het peil van de Oude IJssel boven het peil van de plas en boven het maaiveld rondom de plas ligt, bestaat er een kwelstroom vanuit de Oude IJssel naar de omgeving. Daarom zijn ook kwel sloten aanwezig aan weerszijden van de Oude IJssel. Gemiddeld over het jaar bestaat er een flink peilverschil tussen de Oude IJssel enerzijds en de IJssel anderzijds.

Op basis van het door het Waterschap Rijn en IJssel opgestelde geohydrologische model blijkt dat de stroomsnelheden in de directe omgeving van de put sterk afhankelijk zijn van het jaargetijde. Een hoge IJsselstand heeft een stuwend effect op de stijghoogten, hetgeen resulteert in een lage gradient van het grondwater tussen de put en de IJssel, met als gevolg een lage stroomsnelheid aan de benedenstroomse zijde van de put. In een representatieve winterperiode wordt een stroomsnelheid van circa 3 m / jaar berekend. Deze situatie doet zich met name in natte (winter) perioden voor. In de zomerperiode is als gevolg van de lage IJsselstand, de stroomsnelheid tussen de put en de IJssel relatief groot (circa 55 m / jaar).

Als jaargemiddelde wordt uitgegaan van een stroomsnelheid van circa 30 m / jaar.

De snelheid in het 1^{ste} watervoerend pakket is niet overal even hoog. In de directe omgeving van de plas is de snelheid hoger dan 100 of 200 meter verderop. Nabij de IJssel is de snelheid ook weer veel hoger dan meer landinwaarts.

Omdat het peil van de plas lager ligt dan in de directe omgeving en omdat de omgeving van de Rijksweg in Drempt weer hoger ligt dan de omgeving van de plas heeft de plas een verdrogende werking. Tot ca 1 km ten noorden en noordoosten van de plas wordt de grondwaterstroming naar de plas toe afgebogen.

Hoewel de Oude IJssel met een niveau van 10.00 m +NAP veel hoger ligt dan het plaspeil is de invloed van de Oude IJssel relatief gering. De bodem van de Oude IJssel is door de dikke baggerlaag in de loop van decennia ondoorlatend geworden. Na het baggeren wordt dat anders en zal de kwel naar de directe omgeving gaan toenemen. Gemiddeld stroomt er ruim 1000 m³ grondwater per dag de plas in en ook weer uit. De plas heeft geen afvoer via een sloot of greppel, zodat alle afvoer via het grondwater geschiedt.

4.2 Bemaling van plas en grondwater

In het kader van de milieu effect rapportage heeft de Commissie MER gevraagd te bezien of peilverlaging een beheersmaatregel kan zijn om de verspreiding van stoffen in het grondwater tegen te gaan.

Het is mogelijk door middel van bemaling het peil van de plas met 30 cm te verlagen. Daarvoor is dan een pompcapaciteit nodig van ongeveer 2000 m³/ dag, ofwel 83 m³/ h.

Daardoor neemt de verdrogende werking van de plas sterk toe en zal de grondwaterstroming in de omgeving nog sterker naar de plas toe worden afgebogen.

Naarmate de plas verder gevuld raakt met klei en baggerspecie zal steeds minder bemalingscapaciteit nodig zijn. Aan het eind, als de plas geheel is gevuld met vrijwel ondoorlatende klei en slib, loopt de benodigde bemalingscapaciteit van de (dan) voormalige plas terug tot enkele tientallen m³ per dag. Het hemelwater dat op de afdichtende kleilaag valt wordt oppervlakkig afgevoerd naar de sloten in de omgeving en kan niet in contact komen met de gestorte baggerspecie.

De effectiviteit van bemaling van de plas is laag in verhouding tot de verspreiding van stoffen. In andere deelrapportages is aangegeven dat de uitloging uit de baggerspecie zeer gering is. De concentratie aan stoffen in de plas tijdens stortbedrijf blijven door milieuvreemde stoffen (zware metalen, PAK) rond de grens- en /of streefwaarden.

Het stortbedrijf duurt naar verwachting maximaal 10 jaar. Na die 10 jaar is de grondwaterstroming door de plas tot vrijwel nul gereduceerd. Vreemde stoffen kunnen dan alleen door diffusie en dispersie uit het gestorte slib in het omringende grondwater geraken. De isolatie van humusrijk materiaal vertraagt dit proces ook nog eens met vele duizenden jaar (zie studie Waterloopkundig Laboratorium in de MER).

In het geval waarbij de put volledig wordt gevuld en ook aan de bovenzijde wordt afgedekt met schoon materiaal zal het naar boven uitgeperste poriewater moeten worden afgevoerd. Hierbij valt te denken aan ondiepe greppels of drainage. De kwaliteit van dit uitgeperste water is als gevolg vsn de schone afdeklaag naar verwachting van dusdanige kwaliteit dat dit op het oppervlaktewater zal kunnen worden geloosd

4.3. Grondwaterstanden

Nadat de plas geheel is gevuld met klei en slib ontstaat er een ondoorlatende barrière in het eerste watervoerende pakket. Ten gevolge daarvan zullen de ondiepe grondwaterstanden ten oosten van de (dan) voormalige plas, tussen de bestaande kwelsloot en de kade van de Oude IJssel, op kunnen lopen.

In de eindbestemming van de plas en omgeving is daarom in het bestemmingsplan Buitengebied van de gemeente Hummelo en Keppel voorzien in een afwerking als ontwikkelingsgebied natte natuur. Benedenstreams, ten westen van de plas, zullen de grondwaterstanden juist lager worden dan nu. Wanneer geen aanvullende maatregelen zoals verticale bemaling, damwanden etc.) worden getroffen, zullen de dalingen in grondwaterstand ongeveer 20 cm bedragen. Door middel van peilbeheer in de omgeving van de plas kunnen positieve effecten hiervan worden benut voor landbouw en natuur en negatieve effecten kunnen worden tegengegaan.

Bijlage 19 Gasvorming in baggerspecie

Bijlage 19 Gasvorming in baggerspecie

In een pakket gestorte baggerspecie bevindt zich over het algemeen een bepaalde hoeveelheid organisch materiaal. De aanwezigheid van organisch materiaal heeft tot gevolg dat gas in het speciepakket ontstaat. Het dominante afbraakproces in depots is anaërobe methanogenese. Hierbij wordt zowel methaan (CH_4) als kooldioxide (CO_2) gevormd. De productie van methaan in baggerspecie ligt 10 à 100 jaar na storten, naar verwachting in het bereik van $0,01$ tot $10 \mu\text{mol m}^{-3} \text{s}^{-1}$.

Het gas kan zowel in opgeloste toestand als in kleine gasbelletjes (vacuolen) in het speciepakket voorkomen. De kleine belletjes kunnen uitgroeien tot relatief grote bellen (millimeters tot centimeters).

Als gevolg van gasproductie kan mogelijk 'zwellen' van de baggerspecie optreden. Over het al dan niet optreden van zwellen en de mate ervan bestaan diverse opvattingen. In het 'Evaluatierapport Depotmodellering', [48] dat in opdracht van de Bouwdienst Rijkswaterstaat is opgesteld, wordt geconcludeerd dat zwellen als gevolg van gasvorming theoretisch niet te verwaarlozen is. Of gas kan leiden tot zwellen is ondermeer sterk afhankelijk van de sterkte van het te storten materiaal. Heel slap materiaal kan geen gas vasthouden. Hoe steviger het materiaal des te beter kunnen 'kanalen' in het gestorte slib worden gevormd en in stand worden gehouden. Dergelijke kanalen kunnen enerzijds ontstaan ten gevolge van de afvoer van water gedurende consolidatie, anderzijds door het aaneengroeien van scheuren die door 'bel'groei (bellen van gas) worden veroorzaakt. Via deze kanalen kan het gas geleidelijk ontsnappen. Dit geleidelijk ontsnappen heeft tegelijk tot gevolg dat waarschijnlijk geen sprake zal zijn van plotselinge grotere gasontsnappingen. Bedoelde kanalen kunnen gevormd en in stand worden gehouden tot een diepte van 40 m bij een materiaalsterkte boven circa 10 kPa. Gestorte specie heeft een sterkte van enkele kPa en dus is zwellen in theorie niet uit te sluiten.

Uit metingen, die gedurende enkele jaren zijn uitgevoerd bij de Slufter blijkt dat het gas hier makkelijk uit het speciepakket kan ontsnappen. Dit ondanks de dikte van het speciepakket, dat inmiddels meer dan 20 meter bedraagt. Bij windstil weer kunnen op het wateroppervlak boven de specie kleine 'belletjes' worden waargenomen. Opvallend is dat er plekken zijn waar jaren achter elkaar belletjes waarneembaar zijn. Hieronder bevindt zich kennelijk een kanaal. Verder blijkt dat de gasproductie geleidelijk aan afneemt. De oorzaak hiervan is dat het snel afbreekbare materiaal al afgebroken is toen de specie nog in het oppervlaktewater lag. In depot vindt de langzame afbraak plaats van de zogenaamde 'recalcitrante' (moeilijk afbreekbare) organische stof [46]. De gasproductie is naar verwachting afhankelijk van het type slib dat in depot wordt gebracht. Zo is bij het Ketelmeer nog geen gasuittreding waargenomen.

Naar verwachting duurt de gasproductie lang, meer dan 100 jaar.

De specie die in Drempt wordt gestort, is voor het overgrote deel steevaste specie. Dit materiaal zal tijdens het storten in 'klonten' uiteenvallen. Het is dus te verwachten dat zich in het speciepakket kanalen zullen vormen waarlangs gas makkelijk kan uittreden.

**Bijlage 20 Koppelingen tussen richtlij-
nen en MER**

Bijlage 20 Koppelingen tussen richtlijnen en MER

De richtlijnen voor dit MER worden gegeven in:

1. de richtlijnen van MER Drempt I, van 28 oktober 1996
2. de aanvullende richtlijnen voor dit MER, van 25 februari 2000

Hieronder wordt aangegeven waar de gevraagde informatie kan worden gevonden.

onderdeel richtlijnen 28 oktober 1996	hoofdstuk / paragraaf	opmerking / onderbouwing
2.1 doel van het voornemen	2.1, 2.2	
2.2. probleemstelling, baggerspeciebergings:		
• in beleid	3.4, 3.5	
• locatiekeuze	2.4, 3.5, bijlage 18	
• speciekwiteit	hst 4	
• fasering – gebruiksduur		n.v.t.: alleen storten specie Oude IJssel wordt niet overwogen
2.2 probleemstelling, natuurbeheer	3.6, 7.4	
2.2. andere randvoorwaarden		Betuweroute hier vooralsnog niet aan de orde
2.3 besluiten		genoemde besluiten zijn niet aan de orde
3.2.1 herkomst, kwaliteit en hoeveelheden baggerspecie	5.1, 5.2	
3.2.2. voorbereidende werkzaamheden, ontgronding		niet langer aan de orde
3.2.2. voorbereidende werkzaamheden, aanleg en situering		
• voorzieningen aanvoer	bijlage 8	
• aanleg voorzieningen	bijlage 8	betreft m.n. aanleg isolatielaag, overige voorzieningen inmiddels aanwezig
• mogelijke isolerende voorzieningen	6.4	
• maten en bodemopbouw	6.2, 8.1	
• rekening houden met gebiedskenmerken	7.4.2.	inrichting als stapsteen in de EVZ Oude IJssel is uitgangspunt
• voorbereiding	6.2	bewerking na 2003 niet meer mogelijk
3.2.3 exploitatie		
• wijze van aanvoer	bijlage 8	
• acceptatieprocedure		dit is uitgewerkt in de vergunningaanvraag
• scenario's voor gebruiksduur	9.7	bij transport en geluidberekeningen is uitgegaan van worst case exploitatieperiode van 5 jaar
• alternatieve wijze inbrengen	7.6, 8.6, 9.6, 10.6	
• consolidatie	bijlage 13, 1.3	er is hiervoor uitgegaan van worst case: volledige uitpersing naar beneden
• gasvorming	6.6, bijlage 19	
• effect van voorbereiding		niet meer aan de orde
• maatregelen beheer grond- en oppervlaktewater	6.4, 11.3	
• transport en retourwater	bijlage 10, bijlage 11, 9.4	

• wijze zuivering		zuivering is niet nodig, het te lozen water voldoet aan eisen
• beheer waterstand	bijlage 10	
• uitgangspunten monitoringprogramma		bij vergunningaanvraag
3.2.4 afwerking, beheer en nazorg	6.6, 7.4.2,	
3.2.5 natuurontwikkeling	7.4.2	definitief plan voor eindinrichting wordt later opgesteld. Sturend hierin is het realiseren van specifieke biotopen
3.3.2 nulalternatief	7.2, 8.2, 9.2, 10.2	
3.3.3. meest milieuvriendelijk alternatief	11.4	scheiding op de locatie en ontgroning zijn niet langer aan de orde
4.2 bodem, grondwater en oppervlaktewater		
• bestaande toestand en autonome ontwikkeling	8.1, 8.2 / 9.1, 9.2	
• milieugevolgen	8.4 t/m 8.8 / 9.4 t/m 9.8	
4.3 lucht		in MER Drempt I is hierover gezegd: 1). Daarnaast is van belang dat het Waterschap Rijn en IJssel nooit klachten heeft gekregen over geurhinder bij het vullen of legen van doorgangsdepots voor verontreinigde baggerspecie. Dit geeft aan dat bij het 'handelen' van specie in Drempt ook geen geurhinder te verwachten is.
4.4 geluid	hoofdstuk 10	
• bestaande toestand en autonome ontwikkeling	10.1, 10.2	
• milieugevolgen	10.4 t/m 10.7	
4.5 landschap, bodemgebruik en natuur		
• bestaande toestand en autonome ontwikkeling	7.1, 7.2	
• milieugevolgen	7.4 t/m 7.8.	
4.6 woon- en leefmilieu	hst 7, hst 10	De mogelijkheden voor extensieve recreatie worden uitgewerkt in het plan voor de eindinrichting. Betreden door onbevoegden wordt voorkomen door een deugdelijk hekwerk voorzien van waarschuwingsborden
5 vergelijking van de alternatieven		
6 leemten in kennis en evaluatie achteraf	hst 12	

1. 'Voor water betreft luchtverontreiniging worden eventuele nadelige effecten minimaal geacht. Er vindt geen verstuiwing van stof of aerosolen uit de baggerspecie plaats. Wel is sprake van de uitstoot van uitlaatgassen als gevolg van het in te zetten materieel en beperkte verstuiwing van stof als gevolg van het transport met dumpers over de puinweg. Wat betreft geurcomponenten is ook geen aanleiding om belasting van het milieu te verwachten aangezien het slib tijdens de ontwatering reeds is geoxideerd.' (p.77 MER Drempt I).

onderdeel aanvullende richtlijnen 25 februari 2000	hoofdstuk / paragraaf	opmerking/ onderbouwing
Beleid 4e nota Waterhuishouding	3.4.5	
Aard, herkomst, hoeveelheden specie Keuze gidsparameter Acceptiecriteria voor verontreiniging in categorie D specie	5.1 en 5.2 4.8 4.6	geen criteria ontwikkeld, acceptatie alle specie, argumentatie in 4.6, 8.7, hoofdstuk 11
Gebruiksduur en tijdstip eindafwerking TOP en DOP Consequenties daarvan op transport en tijdstip natuurontwikkeling	6.6, 7.4.2 bijlage 8, 10.6	
Wijze van aanvoer	bijlage 8	
Beschrijving consequenties van scheiding bij zandgehalten < 80% voor een doelmatig gebruik van de bergingscapaciteit en transport		scheiding op de locatie niet langer aan de orde.
Uitwerking varianten isolerende voorzieningen plus consequenties op verspreidingsrisico's	6.4, 8.4	
Nieuwe inzichten mbt beschikbaarheid verontreinigingen en daaruit resulterende berekeningen	hoofdstuk 4 en hoofdstuk 8	
Kade, gevolgen voor richting en snelheid infiltratie, verspreiding verontreiniging		aanpassen van de kades niet langer aan de orde
Gevolgen (tijdelijke kade), welke nettowinst aan natuurwaarden is er met kade te boeken?		aanpassen van de kades niet langer aan de orde
In hoeverre sluit bossage aan op bevordering van doelsoorten in de te ontwikkelen ecologische verbindingzone?	7.4	definitief inrichtingsplan wordt in later stadium opgesteld
Resultaten van nader onderzoek nulsituatie van grond/oppervlaktewaterkwaliteit	hoofdstuk 8 en 9	
Wanneer, waar en hoe overtollig water te lozen / zuiveren	9.3 en 9.4	
Beschrijving gevolgen daarvan op te ontwikkelen natuurwaarden, andere functies en vegetaties	9.3, 9.4	vanwege natuurwaarde Oude Arm en omvang lozingen gekozen voor lozing op Oude IJssel
Waarom categorie D verwerken op TOP ipv elders? Met name gevolgen van lozing overtollig water verdient aandacht		is niet langer van toepassing, vergunning TOP wordt niet verlengd
Nazorg, verantwoordelijkheid, monitoring en evaluatie	vergunningaanvraag	monitorinplan bijgevoegd, nazorgplan in later stadium
In hoeverre blijft doel (300.000 m3 Oude IJssel specie bergen in put) bij BS gehandhaafd? Heeft BS gevolgen voor scheidingscriteria zand/specie en ontwatering?	hoofdstuk 2	scheiding op de locatie niet langer aan de orde