

**Milieuchemische analyses
Perkpolder**

Bijlagerapport B bij Eindrapportage TGG Perkpolder

concept



Milieuchemische analyses Perkpolder

Bijlagerapport B bij Eindrapportage TGG Perkpolder



11200482-000

Milieuchemische analyses Perkpolder

Bijlagerapport B bij Eindrapportage TGG Perkpolder



11200482-000

Titel
Milieuchemische analyses Perkpolder

Project	Kenmerk	Pagina's
11200482-000	11200482-000-GEO-0015	39

Trefwoorden
Thermische Gereinigde Grond (TGG), Perkpolder

Samenvatting

In de nieuwe zeedijk bij Perkpolder is Thermisch Gereinigde Grond (TGG) gebruikt. Rijkswaterstaat heeft Deltares gevraagd onderzoek te doen naar de effecten van het gebruik van TGG op deze locatie. Thermisch Gereinigde Grond is grond die verhit is om organische verontreinigingen te verwijderen. Na reiniging kan TGG worden toegepast. In dit onderzoek is het aangebrachte TGG gekarakteriseerd door samenstellingsonderzoek (wat zit in de TGG?) en uitloogbaarheidsonderzoek (wat komt uit de TGG bij contact met water?). Bovendien is de samenstelling van de onder de TGG aanwezige grond en het grond- en oppervlaktewater bepaald om vast te stellen of er ook daadwerkelijk stoffen uit de TGG naar de ondergrond worden getransporteerd. In deze rapportage, die een bijlage vormt bij de hoofd rapportage worden de milieuchemische analyses beschreven.

In het kader van grondonderzoek zijn boringen uitgevoerd. De kernboringen zijn uitgevoerd in en naast de dijk. In de boorgaten zijn vervolgens peilbuizen geplaatst. De kernboringen zijn uitgevoerd in de TGG en ook in de ondergrond van de directe omgeving. De boringen zijn onder andere gebruikt als grondmonster. Aan een aantal peilbuizen (zowel uit de peilbuizen die in het kader van dit onderzoek geplaatst zijn, als uit bestaande peilbuizen) zijn grondwatermonsters onttrokken en is de waterdruk gemeten. De grondmonsters en de grondwatermonsters zijn geanalyseerd op een groot aantal organische en anorganische componenten en verbindingen. Deze feitelijke rapportage beschrijft de kernboringen en geeft de resultaten weer van de uitgevoerde analyses. Het gerapporteerde onderzoek is een feitelijke tussenrapportage en daarom nog niet geschikt om finale conclusies te trekken. Wel komen uit deze meetserie een aantal trends naar voren die een indicatie geven van de karakteristieken van de toegepaste TGG en effecten van de TGG op de omgeving.

De TGG bevat, in vergelijking met de omgeving, verhoogde waarden aan diverse zware metalen, sulfaat en bromide. Bovendien is de pH (een maat voor de zuurgraad) hoger dan in de omgeving. Deze waarden zijn indicatief, aangezien het geen mengmonsters zijn, maar op basis van gemiddelde waarden die worden aangetroffen in de TGG, kan echter niet gesteld worden dat de maximumwaarden voor een grootschalige bodemtoepassing (GBT) worden overschreden. Bovendien worden meetbare concentraties van diverse vluchtige organische verbindingen aangetroffen in de TGG. De TGG in de uitgevoerde boringen, bevindt zich grotendeels boven het grondwaterniveau. Bovendien blijkt in veel gevallen een kleilaag onder de TGG aanwezig te zijn.


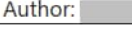

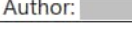

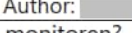

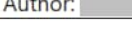

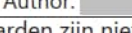

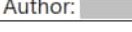

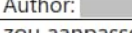

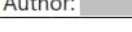

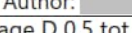

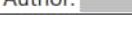

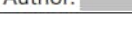

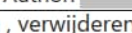

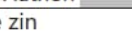

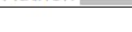
De TGG is afgedekt met een toplaag van minimaal 70 centimeter, waaruit geen uitloog van de in de TGG aanwezige stoffen naar de bovengrond is aangetroffen.

Uitloogonderzoek van de monsters genomen uit de TGG in het laboratorium laat zien dat bromide, chloride en sulfaat sterk uitloogbaar zijn. Grondwateronderzoek geeft verhoogde bromidegehalten weer in de directe omgeving van de TGG (het eerste watervoerende pakket), dat deze stof ook daadwerkelijk uitloogt. Verhoogde waarden van bromide in het tweede watervoerende pakket of de kwelsloot zijn niet vastgesteld, en zal –aangezien het om



Summary of Comments on 2019-03-18 Bijlagerapport B milieuchemie.pdf

Page: 4

 Number: 1	Author: 	Subject: Notitie	Date: 18-3-2019 11:26:49
verwijderen			
 Number: 2	Author: 	Subject: Markering	Date: 18-3-2019 11:26:19
 Number: 3	Author: 	Subject: Notitie	Date: 18-3-2019 11:28:56
toelichten, vervolg monitoren?			
 Number: 4	Author: 	Subject: Markering	Date: 18-3-2019 11:27:03
 Number: 5	Author: 	Subject: Notitie	Date: 18-3-2019 11:30:26
loopt niet . de waarden zijn niet indicatief ,maar zijn steekmonsters en geen partijonderzoek.echter bij partijonderzoeken mogen ook geen verschillende kwaliteiten worden opgemengd. Dus zou deze zin verwijderen			
 Number: 6	Author: 	Subject: Markering	Date: 18-3-2019 11:29:02
 Number: 7	Author: 	Subject: Notitie	Date: 18-3-2019 11:31:13
te veel bovendien ,zou aanpassen in Hiernaast			
 Number: 8	Author: 	Subject: Markering	Date: 18-3-2019 11:30:32
 Number: 9	Author: 	Subject: Notitie	Date: 18-3-2019 11:31:53
aanpassen aan bijlage D 0,5 tot xx			
 Number: 10	Author: 	Subject: Markering	Date: 18-3-2019 11:31:57
 Number: 11	Author: 	Subject: Markering	Date: 18-3-2019 11:31:27
 Number: 12	Author: 	Subject: Notitie	Date: 18-3-2019 11:32:58
??? lijkt mij logisch , verwijderen.gewoon verwijzen naar rapport bijlage D			
 Number: 13	Author: 	Subject: Notitie	Date: 18-3-2019 11:33:33
??? loopt niet deze zin			
 Number: 14	Author: 	Subject: Markering	Date: 18-3-2019 11:33:05

Titel
Milieuchemische analyses Perkpolder

Project
11200482-000

Kenmerk
11200482-000-GEO-0015

Pagina's
39

zoutwatermilieu gaat- ook geen verstoring opleveren van het milieu. In het grondwater zijn diverse Per- en PolyFluorAlkyl Stoffen (PFAS) aangetroffen, die waarschijnlijk afkomstig zijn uit de TGG, ² waarvoor toetsing kan plaatsvinden zodra het normkader ervoor beschikbaar is. Verspreiding van stoffen uit de TGG naar het landbouwgebied is onwaarschijnlijk, omdat dit een afzonderlijk watersysteem is wat vanwege de kwelsloot geen verbinding heeft met het grondwater onder de dijk.







Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	feb. 2019						
<hr/>							
<hr/>							
<hr/>							

Status

concept

Dit document is een concept en uitsluitend bedoeld voor discussiedoeleinden. Aan de inhoud van dit rapport kunnen noch door de opdrachtgever, noch door derden rechten worden ontleend.

 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 11:34:25
loopt niet

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 11:34:17

Titel
Milieuchemische analyses Perkpolder

Project
11200482-000

Kenmerk
11200482-000-GEO-0015

Pagina's
39

Inhoud

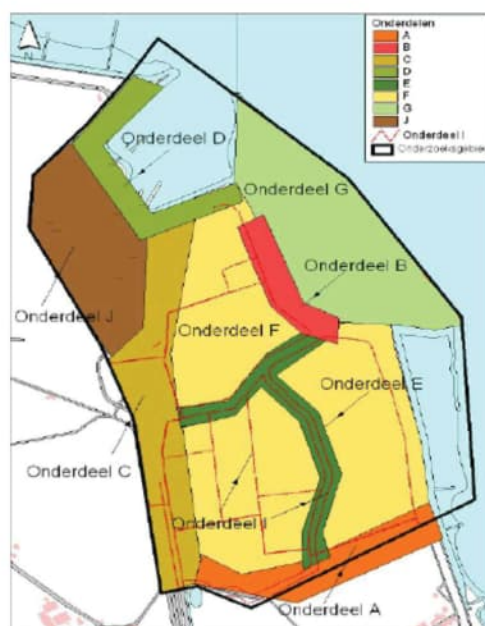
1 Inleiding	1
1.1 Achtergrond	1
1.2 Benadering en afbakening rapportage	2
1.3 Onderzoeksvragen	1
1.4 Onderzoekslocaties	2
2 Boringen, plaatsing peilbuizen en bodemopbouw	4
2.1 Boringen en plaatsing peilbuizen	4
2.2 Bodemopbouw	7
3 Samenstellingsonderzoek	10
4 Uitloogbaarheidsonderzoek	13
4.1 Kolomproef in 7 stappen	13
4.2 LS10 extracties	14
4.3 Constant head uitloogproef met eluaatanalyse	16
5 Bemonstering grondwater en oppervlaktewater	19
5.1 Analysepakket	21
5.2 Per- en PolyFluorAlkyl stoffen (PFAS)	21
6 Toetsing aan referentiewaarden	22
6.1 Achtergrond	22
6.2 Methode	23
6.2.1 Toetsing van grond en TGG	23
6.2.2 Toetsing uitloogonderzoek	24
6.2.3 Toetsing van grondwater	24
6.3 Uitvoering van de toetsing	24
6.3.1 Voor grond en TGG	24
6.3.2 Toetsing van grondwater	28
6.3.3 Uitvoering toetsing uitloogonderzoek	28
6.4 Kwaliteit en dikte van de leeflaag met grasbekleding	29
6.5 Stoffen met verhoogde gehalten in TGG, grond of grondwater	32
6.5.1 Anionen	32
6.5.2 Metalen	32
6.5.3 Organische verontreinigingen	35
6.5.4 Andere parameters	36
7 Discussie	37
7.1 Locatie	37
7.2 Gehaltes in grond (inclusief TGG)	37
7.3 Grondwaterkwaliteit	37
7.4 Kwetsbare objecten	38
7.4.1 Eerste watervoerende pakket onder de dijk	38
7.4.2 Tweede watervoerende pakket onder de dijk	38
7.4.3 Kwelsloot	38
7.4.4 Landbouwgebied	38

7.4.5	Buitendijks natuurgebied	38
7.4.6	Afdeklaag	39
Referenties		40
Bijlage(n)		
A	Boorstaten	A-1
A.1	Boorprofielen B1-B19	A-1
A.2	Boorstaten G1-G3	A-1
B	Beschrijving gegroepeerde analyses	B-1
C	Samenstellingsonderzoek Grond en TGG	C-1
C.1	Meetresultaten samenstellingsanalyses Grond (incl. TGG)	C-1
C.2	Gestandaardiseerde gehalten en toetsing (overzicht)	C-1
C.3	Certificaten samenstellingsanalyses Grond (incl. TGG)	C-1
C.4	BoToVa Toetsing grondmonsters (incl. TGG)	C-1
D	Samenstellingsonderzoek toplaag Zeedijk	D-1
E	Uitloogbaarheidsonderzoek grond en TGG	E-1
E.1	Overzicht kolomproeven (grond en TGG, NEN7383 en NEN7373)	E-1
E.2	Resultaten kolomproeven NEN7373	E-1
E.3	Certificaten kolomproeven (grond en TGG, NEN7373 en NEN7383)	E-1
E.4	Resultaten schudproeven (grond en TGG)	E-1
F	Monitoring oppervlaktewater	F-1
F.1	Meetresultaten oppervlaktewater per meetpunt	F-1
F.2	Analysecertificaten oppervlaktewater en grondwater	F-1
G	Monitoring grondwater	G-1
G.1	Meetresultaten grondwater per meetpunt	G-1
G.2	Meetresultaten grondwater per monitoringsronde	G-1
H	PFAS onderzoek Perkpolder	H-1
I	Memo grasbekleding visuele inspectie	I-2

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Een nieuwe primaire kering is aangelegd in het project Natuurcompensatie Perkpolder (gemeente Hulst, Zeeuws-Vlaanderen). In een deel van deze nieuwe primaire kering is in de kern thermisch gereinigde grond (TGG) gebruikt in plaats van zand. De kern is afgedekt met een laag klei van minimaal 0,8 m dik. De TGG is aangebracht in (delen) van Deelgebieden A, C en D van Figuur 1.1, waar de dijkvakken zijn aangeduid als "Onderdelen".





Figuur 1.1 Onderscheid van het projectplan in verschillende deelgebieden (Grontmij, 2008). **2e Deelgebieden A, C en D zijn dijkvakken waarin TGG is toegepast**





De binnenwaartse verplaatsing van de primaire kering heeft mogelijke effecten op het aangrenzende grondwatersysteem en de zoetwaterbel van Kloosterzande. Om de voor de landbouw belangrijke zoetwaterbel van Kloosterzande te beschermen is in 2015 een kwelvoorziening geïnstalleerd. De kwelvoorziening bestaat uit kwelbuizen en regelputten die afwateren op een binnendijs gelegen sloot (kwelsloot).

Rijkswaterstaat (RWS) is beheerder van de betreffende waterkering. RWS heeft vanuit de invulling van haar zorgplicht aan Deltares om een verkennend onderzoek gevraagd over (de effecten van) de toegepaste TGG. Het onderzoek gaat in op de toegepaste TGG in termen van reactiviteit, eventuele mogelijke ongewenste effecten op milieu en gezondheid en ook op eventuele gevolgen van dit materiaal op de langere termijn op de functionaliteit en het waterkerende vermogen van de waterkering.

Dit verkennend onderzoek is uitgevoerd eind 2015 en gerapporteerd in 2016 (Deltares, 2016). De resultaten laten zien dat met name sterke onzekerheden bestaan over de civieltechnische aspecten (op de lange termijn) en over de milieu hygiënische aspecten van de TGG toegepast bij Perkpolder. Hierdoor is er ook behoefte aan informatie over de vraag in hoeverre het

 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 11:39:00
toplaag onderzoek is verricht in alleen B en C?

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 11:37:49

materiaal effect kan hebben op de gezondheid van personen die tijdens de uitvoeringsfase in aanraking zijn gekomen met het materiaal. De TGG vertoonde mogelijk verkitting (met gevaar op monoliet vorming) en had een erg hoge initiële pH (Deltares, 2016).

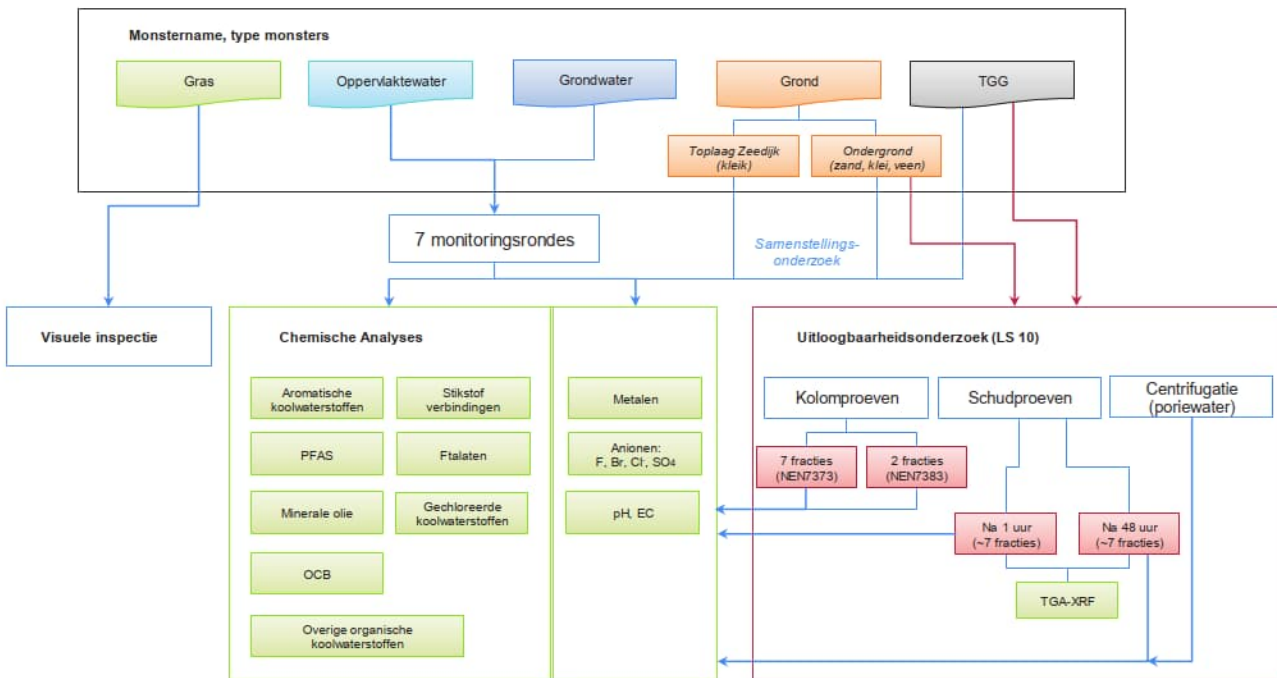
1.2 Benadering en afbakening rapportage

Op basis van de rapportage (Deltares, 2016) is een meetprogramma opgesteld om de vragen over de geotechnische en milieu hygiënische eigenschappen en een mogelijk effect op de gezondheid van mensen, te beantwoorden. Daarbij is gekozen voor een stapsgewijze benadering waarin eerst door middel van geofysische analyses is gekeken naar de karakteristieken en de homogeniteit van de bij Perkpolder toegepaste TGG. Tevens is een eerste meetraai over de dijk uitgezet. In de meetraai zijn kernboringen uitgevoerd en peilbuizen geplaatst.

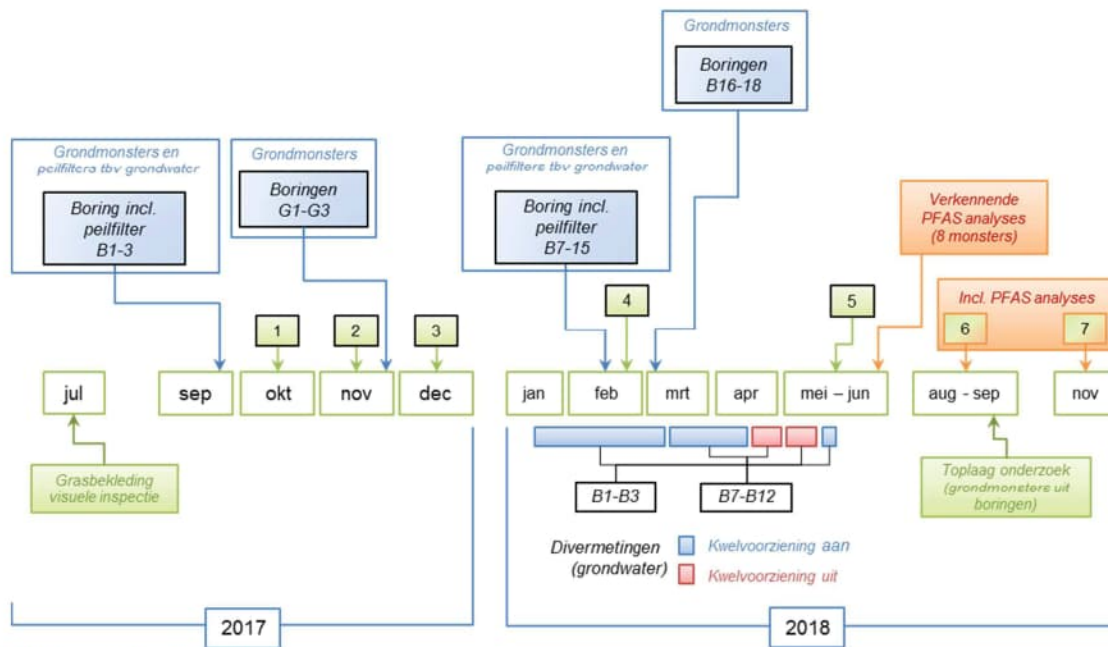
De boringen zijn gebruikt om de grondopbouw te beschrijven. Oppervlaktewatermonsters zijn genomen uit de kwelsloot en het getijdengebied (zeewatermonsters). Grondwatermonsters zijn genomen uit de geplaatste peilfilters en uit bestaande peilfilters die in de buurt staan. Vervolgens zijn analyses uitgevoerd op de grondmonsters, oppervlaktewatermonsters en de grondwatermonsters. In een eerste tussenrapportage (d.d. november 2017) zijn de resultaten van de eerste meetraai beschreven.

Op basis van deze resultaten is het analysepakket voor oppervlaktewater, grondwater en grond verder aangepast en zijn extra boringen uitgevoerd. In de boorgaten zijn in veel gevallen peilbuizen geplaatst voor aanvullende grondwaterbemonstering. Bovendien is –ter bepaling van achtergrondconcentraties- een aantal bestaande peilbuizen in de omgeving bemonsterd. In totaal zijn er zeven bemonsteringsrondes voor oppervlaktewater en grondwater uitgevoerd. Samenstellingsanalyses en uitloogbaarheidsonderzoek van alle grondmonsters en resultaten van de eerste vier bemonsteringsrondes zijn beschreven in een tweede technische rapportage (tussenrapportage meetresultaten milieu, d.d. mei 2018).

De onderhavige rapportage bevat alle milieuchemische analyses en vormt een uitbreiding van deze waarin de totaalresultaten worden getoond. De resultaten van de zeven bemonsteringsrondes voor grondwater en oppervlaktewater, samenstellingsanalyses en uitloogonderzoek van genomen grondmonsters zijn opgenomen. De milieuchemische analyses zijn schematisch weergegeven in Figuur 1.1 en Figuur 1.2.



Figuur 1.2 Overzicht van het type monsters dat is genomen, en welke onderzoeken daarop zijn uitgevoerd



Figuur 1.3 Tijlijn van de uitgevoerde onderzoeken

Het parallel uitgevoerde geotechnische, geofysische en geohydrologisch onderzoek is in aparte rapportages beschreven. De beschreven onderdelen zijn weergegeven in Tabel 1.1.

Proef	Norm / methode	Uitvoerder	Monsters
Samenstellings-onderzoek	AS3000 waar mogelijk	Eurofins Analytico	33 TGG en 15 niet-TGG monsters
Samenstellings-onderzoek PFOS/PFAS/GENX	LC/MS/MS (ASTM, 2017)	Prochem GmbH via AI-West	3 grondwater meetrondes, 1x grondmonsters
Samenstellings-onderzoek chroom speciatie	LC-ICP-MS (eigen methode TN)	TNO	12 monsters uit 4 boringen
Onderzoek toplaag	-NEN5740 (NEN, 2009/2016) en NEN 5725 (NEN, 2017)	Antea groep	51 mengmonsters
Onderzoek grasbekleding	Visuele inspectie	Eureco (ecologie) en Deltares (dijkveiligheid)	
Uitloogonderzoek in 2 stappen	NEN7383 (NEN, 2004a)	Eurofins Analytico	16 TGG
Uitloogonderzoek in 7 stappen	NEN 7373 (NEN, 2004b)	Eurofins Analytico	7 TGG
Grond- en oppervlaktewater bemonstering +analyse	BRL2002 (BRL2002, 2013) (grondwater)	Antea	41 peilfilters, 2 oppervlaktewatermonsters
Uitloogonderzoek (schudproeven)	Eigen methode (LS10)	Deltares	2 fracties van korrelverdelingen TGG, 10 TGG
Waterdrukmeting	Eigen methode	Deltares / Colsen	Divers in 8 peilbuizen

Tabel 1.1 Proeven en analyses op grond, oppervlakte- en grondwater in de meetraai die relevant zijn voor milieu-analyse

De resultaten zijn beoordeeld op basis van de Regeling Bodemkwaliteit (RBK) geldend vanaf 1 februari 2017 en (voor het grondwater) de circulaire Bodemsanering (Circulaire Bodemsanering, 2013) zoals geldend vanaf 1 juli 2013. Voor geselecteerde parameters zijn de resultaten vervolgens nader omschreven.

1.3 Onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen die worden beantwoord, zijn gebaseerd op de benadering volgens de methodiek "bron-pad-kwetsbaar object":

1. Wat is de samenstelling en uitloogbaarheid van de TGG?
2. Vindt er daadwerkelijk uitloging plaats?
3. Wat is het effect van uitloging op aanwezige kwetsbare objecten?

De eerste vraag is een "bronvraag": welke stoffen zijn aanwezig in het TGG (samenstellingsonderzoek), en vindt uitloging plaats áls de TGG in contact komt met water (uitloogsonderzoek). Bij de invulling van deze hypothese is het van belang dat de bron van het materiaal (vervuilde) grond is, die in een gecontroleerd proces op hoge temperatuur is

gereinigd. Bij dit type reiniging is de verwachting dat organische verbindingen verbranden als doel van de reiniging. Metalen kunnen echter op deze manier niet worden verwijderd, maar blijven aanwezig. Voor deze metalen is het uitgangspunt dat het materiaal voldoet aan de maximum waardes gesteld aan een "Grootschalige Toepassing op of in de Bodem" (GBT), aangezien het materiaal onder dit toetsingskader is aangebracht¹. Verder zijn in het initiële, verkennende onderzoek van Deltares (Deltares, 2016) –voor grond– hoge gehalten aangetroffen voor bromide, chloride en sulfaat en daarom zal worden getoetst of dat de **algemene conclusie getrokken kan worden dat deze stoffen veel in de toegepaste TGG voorkomen.**

De tweede vraag is bedoeld om antwoord te vinden of er –indien uitloging plaatsvindt bij contact met water– ook daadwerkelijk uitspoeling plaatsvindt. De nadruk van het onderzoek ter beantwoording van deze onderzoeksvraag ligt in de grondwateranalyses en de analyse van de grond direct onder de TGG. De opgestelde hypothese is driedelig:

- Stoffen die aanwezig zijn in hoge concentratie en die goed uitloogbaar zijn, zullen het sterkst uitspoelen.
- Uitspoeling vindt voornamelijk plaats bij contact met **grondwater**.
- Stoffen zullen allereerst in het eerste watervoerende pakket terecht komen, en concentraties op korte afstand van het TGG zullen het hoogst zijn².

Bij de beantwoording van de derde vraag zijn een aantal kwetsbare objecten gedefinieerd. Beoordeeld zal worden of verspreiding via het grondwater naar deze objecten plaats kan vinden en wat een eventuele impact daarvan zal zijn. De volgende objecten zijn gedefinieerd:

- De Kwelsloot. Het betreft hier een zoute kwelsloot waarin zeewater dat onder de dijk doorstroomt wordt opgevangen. Deze sloot bevat dus –ondanks dat hij binnendijks is gelegen– al zoutwater. Via kwel stroomt grondwater naar de kwelsloot. Bovendien wordt zout grondwater geloosd op de kwelsloot. Dit zoute grondwater is afkomstig van een kwelsysteem bestaande uit diepgelegen peilfilters waaruit zout grondwater wordt onttrokken dat via een pomp naar de kwelsloot wordt geleid.
- Het landbouwgebied: Het binnendijkse landbouwgebied wordt voornamelijk gebruikt voor akkerbouw. Door de zoetwaterbel in de directe ondergrond gaat het om reguliere zoetwater-landbouw ondanks dat de locatie dicht bij de Westerschelde ligt.
- Het eerste en tweede watervoerende pakket, direct onder de dijk. Beide watervoerende pakketten vormen een pad (zie vraag 2) naar andere kwetsbare objecten, maar ook een kwetsbaar object in zichzelf.
- Het buitendijkse natuurgebied. Het gaat hier om het ontpolderde gebied, gelegen direct buitendijks van de TGG.



1.4 Onderzoekslocaties

Voor dit onderzoek zijn grond, grondwater en oppervlaktewater monsters genomen.



De grondmonsters zijn genomen uit boringen. De boringen zijn uitgevoerd op locaties in een aantal meetraaien loodrecht op de lengteas van de zeedijk van het nieuwe buitendijkse



¹ Of de samenstelling [en soms uitloging] van alle relevante metalen ook daadwerkelijk is bepaald in partijkeuringen hebben we niet beoordeeld.



² De potentiële transportroutes die verband houden met uitreding en oppervlakkige afspoeling zijn nog niet beoordeeld gezien de afdekking en omdat daarvan geen visuele tekenen waarneembaar waren. Ze zullen in de eindrapportage verder worden beschreven.



 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 11:46:06
loopt niet



o deze verhoogd voorkomen of schrappen

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 11:45:21

 Number: 3 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 11:46:43
en hemelwater

 Number: 4 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 11:46:36

 Number: 5 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 11:48:23
schrappen is logisch . of wordt hier bedoeld steekmonsters?

 Number: 6 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 11:47:29



natuurgebied³, op de plekken waar geofysisch onderzoek⁴ voorzien is, en naast de kwelsloot. Er zijn geen aparte steekbussen voor vluchtige stoffen genomen, aangezien dat in de TGG alleen aan de oppervlak mogelijk is. Wel zijn vluchtige stoffen bepaald in de reguliere grondmonsters, die genomen zijn uit PVC steekbussen.

De (grond)watermonsters zijn genomen uit de peilbuizen die geplaatst zijn in de boorgaten, uit al aanwezige peilbuizen in de omgeving en van het oppervlaktewater. Voor het verzamelen van de (grond)watermonsters zijn totaal ⁴zeven meetronden voorzien. Van de eerste vier meetronden zijn de resultaten beschikbaar.



De indicatieve ligging van de zeedijken waarin de TGG is verwerkt, is weergegeven in (Figuur 2.2). Dezelfde figuur bevat ook de ligging van aantal meetraaien. Iedere meetraai ligt min of meer loodrecht op de zeedijk waar TGG in de kern is toegepast. Op verschillende plekken in een meetraai zijn monsters genomen van de TGG en de ondergrond onder de TGG. Vervolgens zijn peilbuizen geplaatst in de boorgaten. Uit deze peilbuizen, de peilbuizen die al in het gebied aanwezig zijn en van het oppervlaktewater zijn, (grond)watermonsters genomen.



³ Langs meetraai D is slechts een boring gezet en bij meetraai B zijn de twee nabijgelegen boringen meegenomen.



⁴ Aardwetenschappelijk onderzoek.

 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 11:50:16
loopt niet

uit de PVC steekbussen?

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 11:48:55

 Number: 3 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 11:51:01
??is dit nog zo

 Number: 4 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 11:50:48

2 Boringen, plaatsing peilbuizen en bodemopbouw

2.1 Boringen en plaatsing peilbuizen

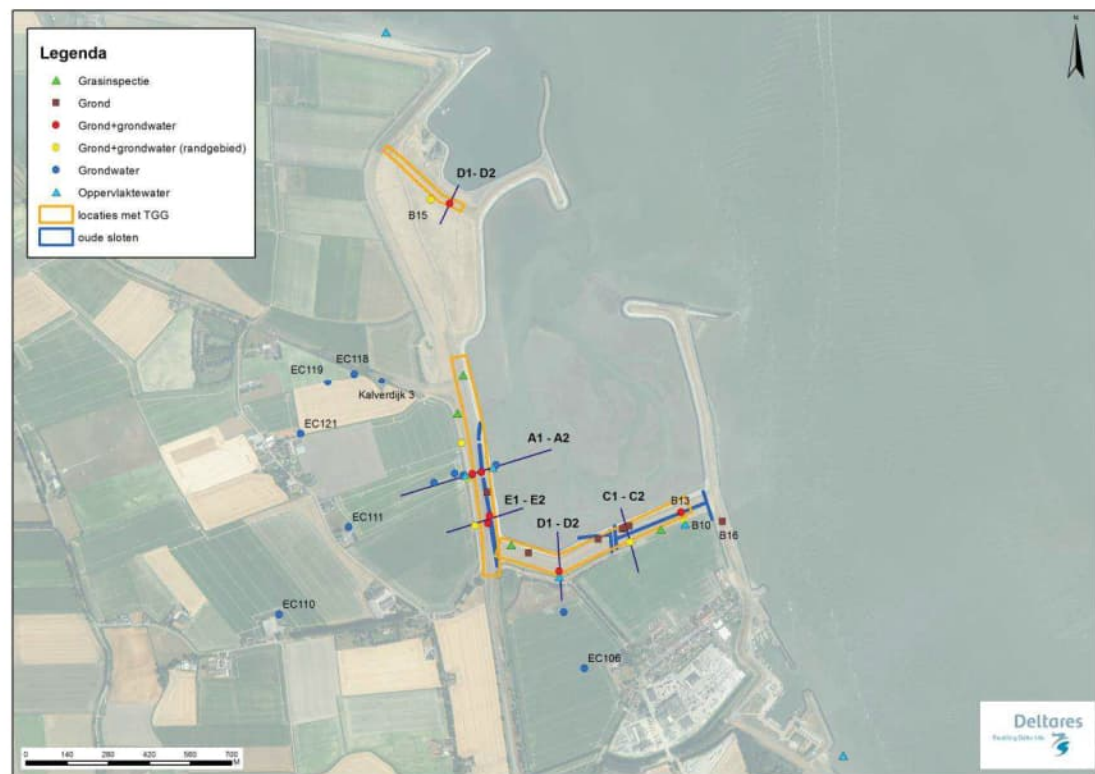
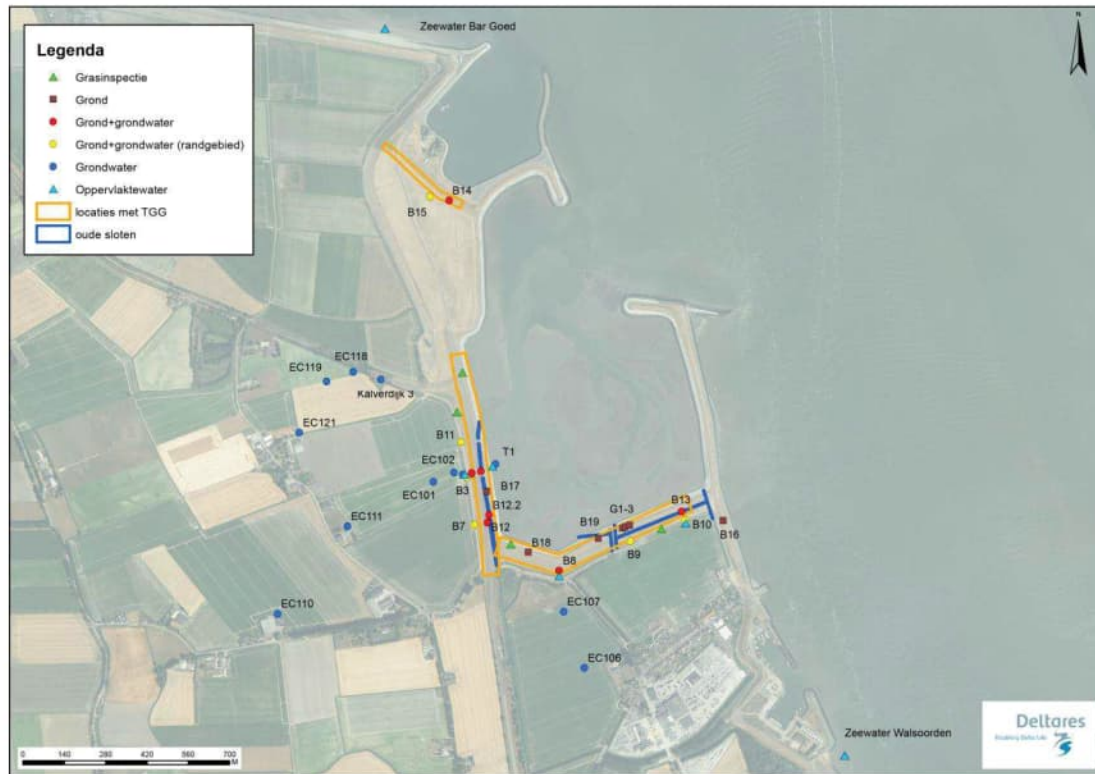
De firma Sialtech (Boringen startend met een 'B'; voor boringen B1, B2 en B3 uitgevoerd in opdracht van Tauw) heeft 18 kernboringen uitgevoerd op en direct naast de dijk. Iedere kernboring is afgewerkt met één of twee peilfilters. Plaatsing van de peilfilters vond plaats onder toepassing van de beoordelingsrichtlijnen (BRL2000, 2013), (BRL2001, 2013), (BRL2100, 2015) en (BRL2101, 2015). In de TGG bleek monsternamen door een kernboring niet mogelijk, en daarom is gebruik gemaakt van avegaarboringen.⁵ In geen van de boringen is een waterspoeling toegepast om verstoring van de chemische samenstelling tot een minimum te beperken. Boorstaten voor de 'B' boringen zijn weergegeven in Bijlage A.1.

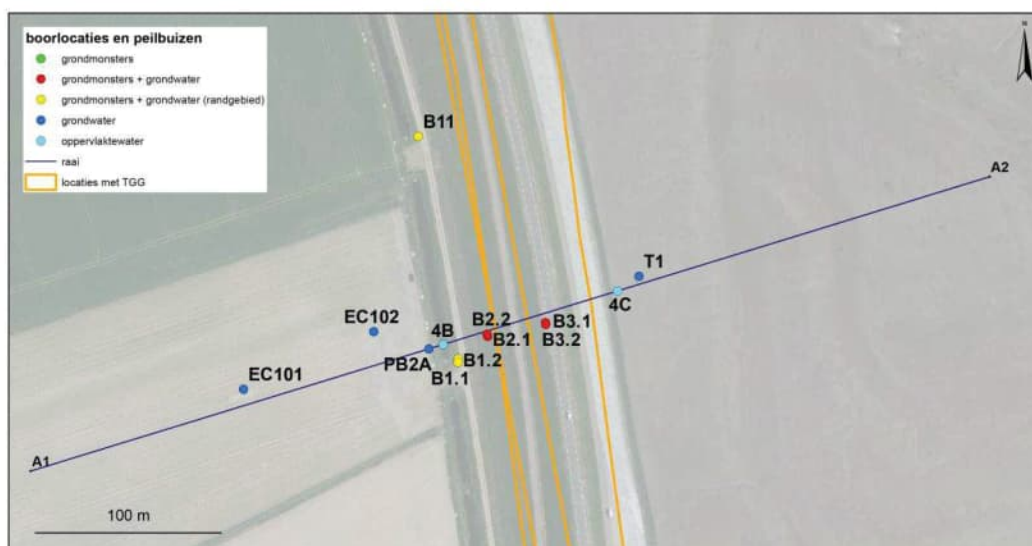
De firma 'Thijssen drilling company' heeft boorgaten (G1, G2 en G3) gemaakt ten behoeve van geofysisch onderzoek. Dit onderzoek wordt niet in deze rapportage beschreven, maar in een afzonderlijke technische rapportage (Deltares, 2018). De resultaten van de samenstelling en het uitloogonderzoek van de bij de boring genomen monsters, zijn echter wel beschreven. Boorstaten voor de 'G' boringen zijn weergegeven in Bijlage A.2.

De locaties van de boringen zijn te zien in Figuur 2.1. Filterdieptes van alle peilfilters zijn weergegeven in Tabel 2.1.

Een overzicht van de componenten die geanalyseerd zijn in het samenstellingsonderzoek is te vinden in Tabel 1.1. Op geselecteerde monsters is tevens uitloogonderzoek gedaan conform NEN7373 (uitloogonderzoek in 7 stappen) (NEN, 2004a) en NEN7383 (uitloogonderzoek in twee stappen) (NEN, 2004b).

⁵ Enige versmering van de monsters is hierdoor mogelijk, maar visuele inspectie geeft aan dat dat slechts in beperkte mate is opgetreden. Bij de overgang van TGG naar een andere grondlaag is zo veel mogelijk een nieuwe boorbuis gebruikt.





Figuur 2.1 De punten van onderzoek gelegen in de Perkpolder, met locaties waar kernboringen zijn uitgevoerd en waarop grondonderzoek is gedaan (groen, rood en bruin), waar peilfilters zijn geplaatst (rood) en bestaande peilfilters zijn gebruikt (donkerblauw). De –indicatieve– locatie van de TGG en de vòor de aanleg van de dijk aanwezige sloten zijn eveneens ingetekend. De raai A1-A2 is uitvergroot in de onderste deelfiguur

De geplaatste peilfilters hebben een filterlengte van 1 meter, en zijn gekoppeld aan een flexibele buis met een diameter van 30 mm. De diameter van de peilbuizen is 100 mm. De ruimte tussen de peilbuizen is opgevuld met Micoliet 300. De locaties van de peilbuizen en de grondopbouw ter plekke is weergegeven in Figuur 2.1. De boringen zijn in PVC steekbussen geplaatst en overgebracht naar het geotechnische laboratorium van Deltares. De monsters zijn geselecteerd voor het uitvoeren van diverse (milieu)chemische en geotechnische beproevingen. Een overzicht van de proeven is te vinden in Tabel 1.1.

De peilfilters geplaatst in de TGG, direct naast de TGG of direct onder de TGG zijn aangebracht om eventuele verspreiding van opgeloste stoffen in het grondwater te monitoren. Peilfilters zijn geplaatst in het eerste (hoogstgelegen) en het tweede (dieper gelegen) watervoerende pakket (peilfilters in B2, B3, B12, B12-2, B13⁶, B14). De peilbuizen in B1, B7, B8, B9, B10, B11 en B15 zijn aan de binnenteen geplaatst in de buurt van de kwelsloot. Eventuele verspreiding van een opgeloste verontreiniging via het eerste of het tweede watervoerende pakket naar de kwelsloot kan op deze wijze worden gedetecteerd.

Naast deze nieuw geplaatste peilfilters is gebruik gemaakt van bestaande peilfilters. Een aantal peilfilters bij de kwelsloot heeft een vergelijkbare functie in dit onderzoek als B1 (bijvoorbeeld Pb2a), en een aantal bestaande peilfilters zijn gebruikt om de achtergrondsituatie weer te geven (T1, Kalverdijk 3 en alle met EC aangeduide peilfilters).

De initiële (in november 2016 in concept gerapporteerde) meetraai bevindt zich op deeltraject C van het dijktracé en is aangeduid als de meetraai A1-A2. Dit deelgebied loopt van noord naar

⁶ In deze boring is geen TGG aangetroffen. De boring staat vermoedelijk op de grens tussen het gebied met en zonder TGG.



2uid en is het gedeelte waarover de weg, de N60, loopt. De meetraai B1-B2 en de meetraai C1-C2 bevinden zich in deelgebied B, dat van oost naar west loopt. De meetraai D1-D2 bevindt zich in deelgebied D, dat de voormalige veerhaven omsluit en de meetraai E1-E2 bevindt zich in deelgebied B, ten zuiden van raai A1-A2



2.2 Bodemopbouw

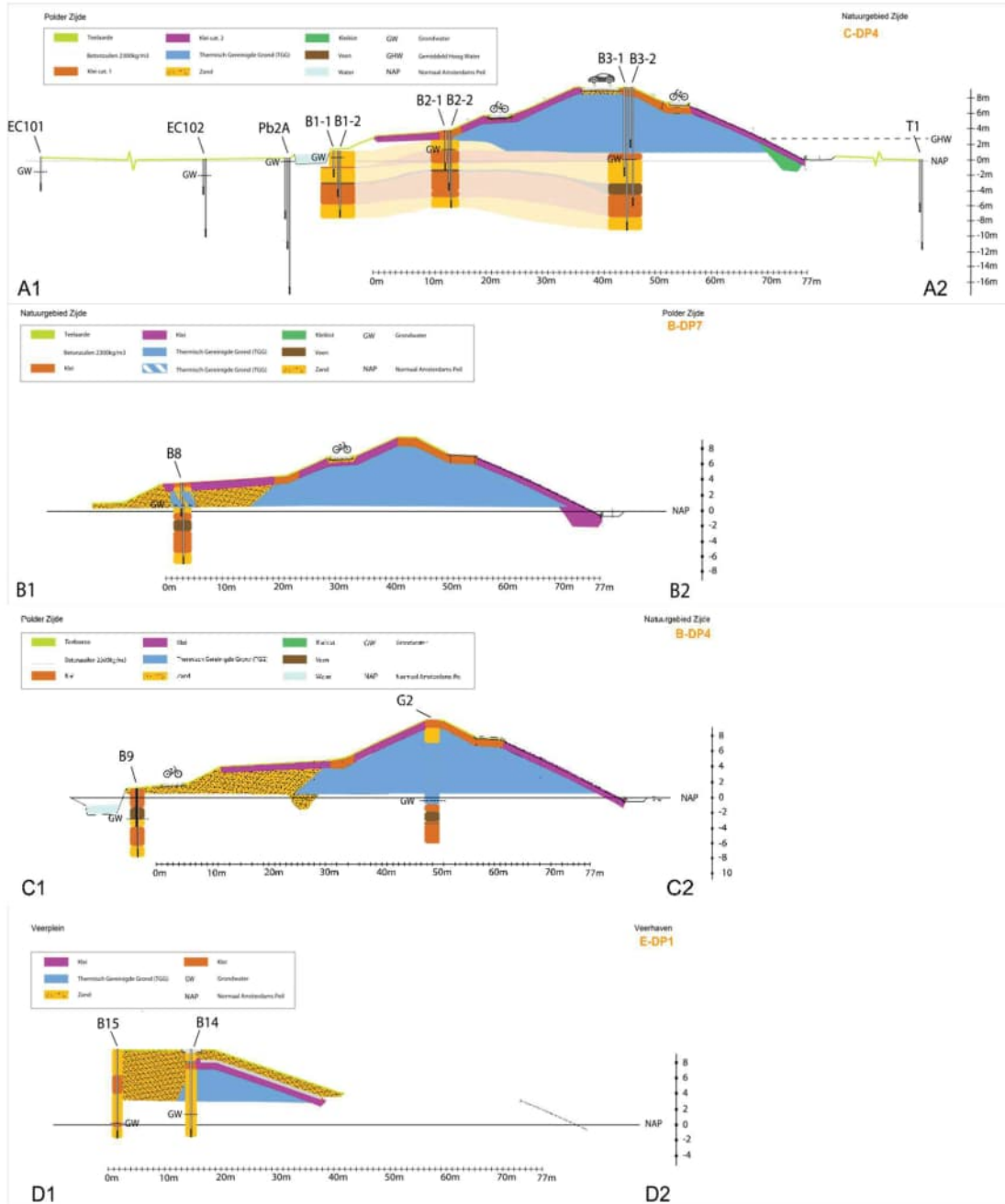
Bodemopbouw is bepaald door:



- Beoordeling van de boorprofielen van de uitgevoerde boringen.
Hiervoor zijn de boorstaten, de boringen in het DINO-loket en boringen uitgevoerd ten behoeve van de dijkaanleg geanalyseerd.



Uit de boorprofielen van de locaties waar TGG is aangetroffen (en de boorprofielen op deze locaties, voordat TGG werd aangebracht), blijkt dat op een aantal plekken direct onder de TGG steeds een kleilaag aanwezig is met daaronder een zandlaag (het eerste watervoerende pakket), een veenlaag en een kleilaag, en dan de start van het pleistocene zand (het tweede watervoerende pakket). Dit is echter niet in elke boring het geval. Op diverse plaatsen is de TGG aanwezig direct boven een zandlaag. Ook is niet op alle plaatsen veen aanwezig. Het bodemprofiel over de meetraai A1-A2, meetraai B1-B2 en meetraai C1-C2 en de daar geplaatste peilfilters is weergegeven in Figuur 2.2.

 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 12:02:47
deelgebied A ontbreekt ?alleen C,B en D?

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 12:02:09



 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 12:03:35
geen raaien zie eerdere opmerking

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 12:03:19



3 Samenstellingsonderzoek



Samenstellingsonderzoek is uitgevoerd op:



- Klei, veen en zandmonsters afkomstig uit de 'B' en 'G' boringen.
- TGG monsters afkomstig uit de 'B' en 'G' boringen.
- Kleimonsters afkomstig uit de afdekkende kleilaag boven de TGG (hierna toplaag genoemd).



Een overzicht van de componenten die geanalyseerd zijn in het samenstellingsonderzoek is te vinden in Tabel 2.1.



Stofgroep	Beschrijving	Vervwijzing naar table in bijlage B				
		grondwater (uitgebreid)	grondwater (zeer uitgebreid, beperkt aantal peilfilters)	oppervlaktewater (bermsdoot, zeeewater)	samenstellingsanalyse pakket (monsters TGG en grond omgeving)	uitlogingsonderzoek (TGG en grond)
Metalen	Aluminium (Al)	x	x	x	x	
	Antimoon (Sb)	x	x	x	x	x
	Arseen (As)	x	x	x	x	x
	Barium (Ba)	x	x	x	x	x
	Cadmium (Cd)	x	x	x	x	x
	Chroom (Cr)	x	x	x	x	x
	Kobalt (Co)	x	x	x	x	x
	Koper (Cu)	x	x	x	x	x
	Kwik (Hg)	x	x	x	x	x
	Lood (Pb)	x	x	x	x	x
	Molybdeen (Mo)	x	x	x	x	x
	Nikkel (Ni)	x	x	x	x	x
	Zink (Zn)	x	x	x	x	x
	Tin (Sn)	x	x	x	x	x
	Vanadium (V)	x	x	x	x	x
	Seleen (Se)	x	x	x	x	x
	Beryllium (Be)	x	x	x	x	
	Strontium (Sr)	x		x	x	
	Boor (B)		x		x	
	Anionen	Bromide (Br)	x	x	x	x
Chloride (Cl)		x	x	x	x	x
Fluoride (F)		x	x	x	x	x
Sulfaat (SO ₄ ²⁻)		x	x	x	x	x
Cyanide (complex) (CN)		x	x	x	x	x
Cyanide (vrij) (CN)		x	x	x	x	x
Thiocyanaat		x	x	x	x	x
Nitrat (NO ₃ ⁻)		x	x	x		
Kationen	² trium (Na)	x	x	x	x	
	Kalium (K)	x	x	x	x	
	Calcium (Ca)	x	x	x	x	
	Magnesium (Mg)	x	x	x	x	
	Ijzer (Fe)					x



 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 12:06:40
ook uitloging toch?

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 12:04:27

 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 12:07:44
PFAS?

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 12:07:15

 Number: 3 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 12:07:54
oke

 Number: 4 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 12:07:46

Meetresultaten en certificaten voor het samenstellingsonderzoek van de grondmonsters en TGG zijn weergegeven in Bijlage C.1 en Bijlage C.2. De analyses zijn uitgevoerd door Eurofins Analytico tenzij anders aangegeven.

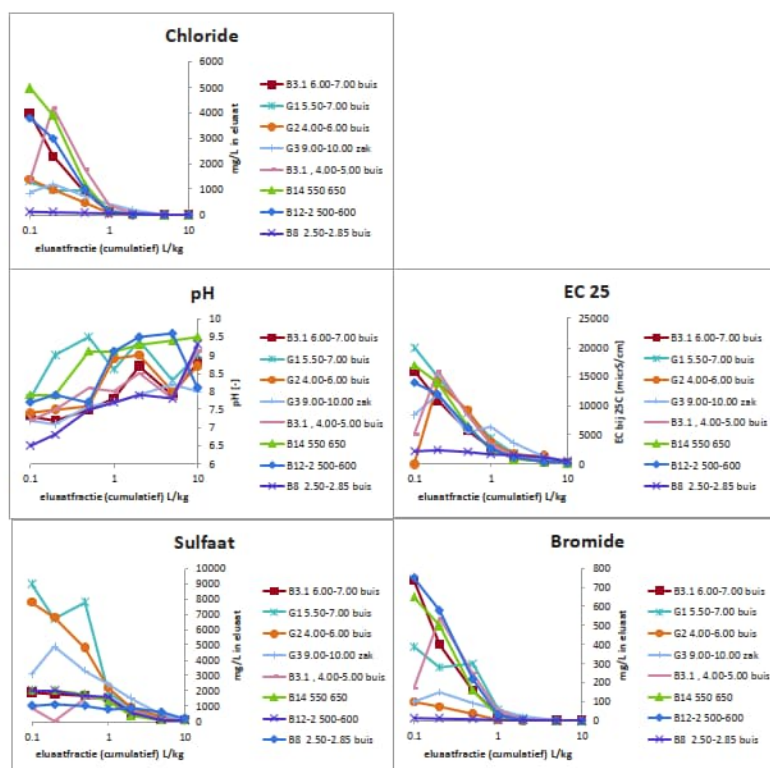
Het samenstellingsonderzoek van de toplaag is weergegeven in Bijlage D.

4 Uitloogbaarheidsonderzoek

Op geselecteerde monsters is uitloogbaarheidsonderzoek gedaan conform NEN7373 (uitloogbaarheidsonderzoek in 7 stappen) (NEN, 2004a) en NEN7383 (uitloogbaarheidsonderzoek in twee stappen) (NEN, 2004b). De resultaten en bijbehorende certificaten zijn weergegeven in Bijlage E.2 en Bijlage E.3. In de paragrafen hieronder worden enkele resultaten besproken. Schudproeven LS10 (met een vloeistof-vaste stof-ratio van 10) zijn tevens uitgevoerd, waarbij extractie plaats vond met demiwater en met zeewater. Deze proeven zijn weergegeven in Bijlage E.4. De LS10 proef is op een aantal TGG monsters uitgevoerd, maar tevens op een aantal zee fracties van een tweetal monsters boring B3.1 (zie paragraaf 4.2). Tot slot is een kolomproef (constant head) uitgevoerd waarbij 4,5 porievolumes is doorstroomd en daarbij 41 monsters zijn genomen om de uitloging in de tijd beter te volgen en tegelijkertijd mogelijke verkitting (en verlies aan doorlatendheid) te beoordelen.

4.1 Kolomproef in 7 stappen

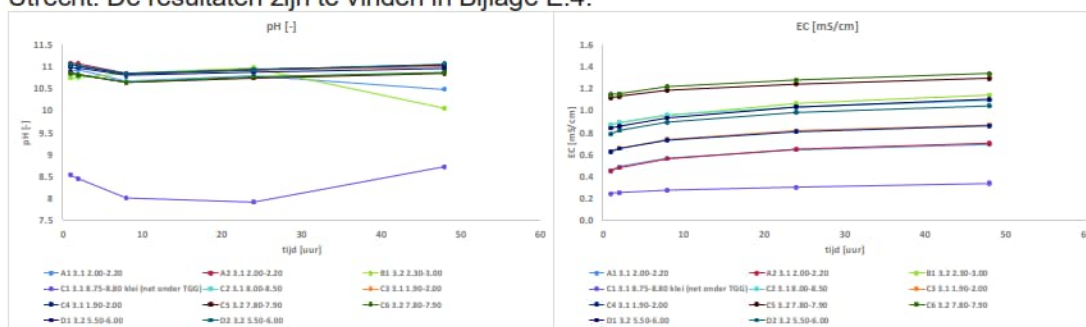
Bij de kolomproeven in 7 stappen worden 7 fracties afzonderlijk opgevangen en geanalyseerd op zware metalen en anionen. Tevens wordt de pH en de geleidbaarheid bepaald. Voor geselecteerde parameters zijn de resultaten weergegeven in Figuur 4.1. Daarin is te zien dat het grootste deel van het aanwezige zout binnen ca 2 porievolumes wordt verwijderd. De pH loopt tijdens de uitloging langzaam op.



Figuur 4.1 Uitloogbaarheid van chloride, sulfaat en bromide met uitloogproef in 7 stappen. pH en EC wordt tevens in iedere stap weergegeven.

4.2 LS10 extracties

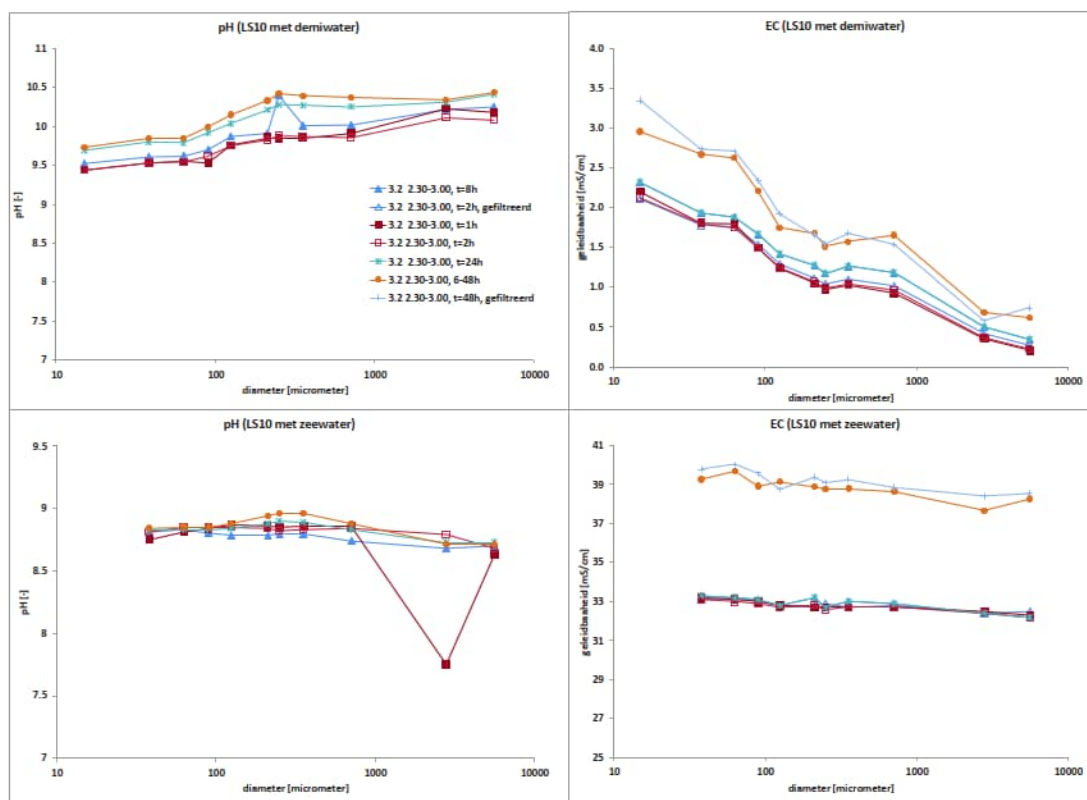
Bij deze proeven is circa 20 gram vaste stof blootgesteld aan demiwater of zeewater. De pH en geleidbaarheid werd gemeten na 1, 2, 8, 24 en 48 uur. Na 2 en na 48 uur werden tevens monsters genomen voor bepaling van anionen en geselecteerde cationen (dionex[®]-kolom) en metalen (ICP-OES). Deze metingen werden uitgevoerd door Deltares en de Universiteit Utrecht. De resultaten zijn te vinden in Bijlage E.4.



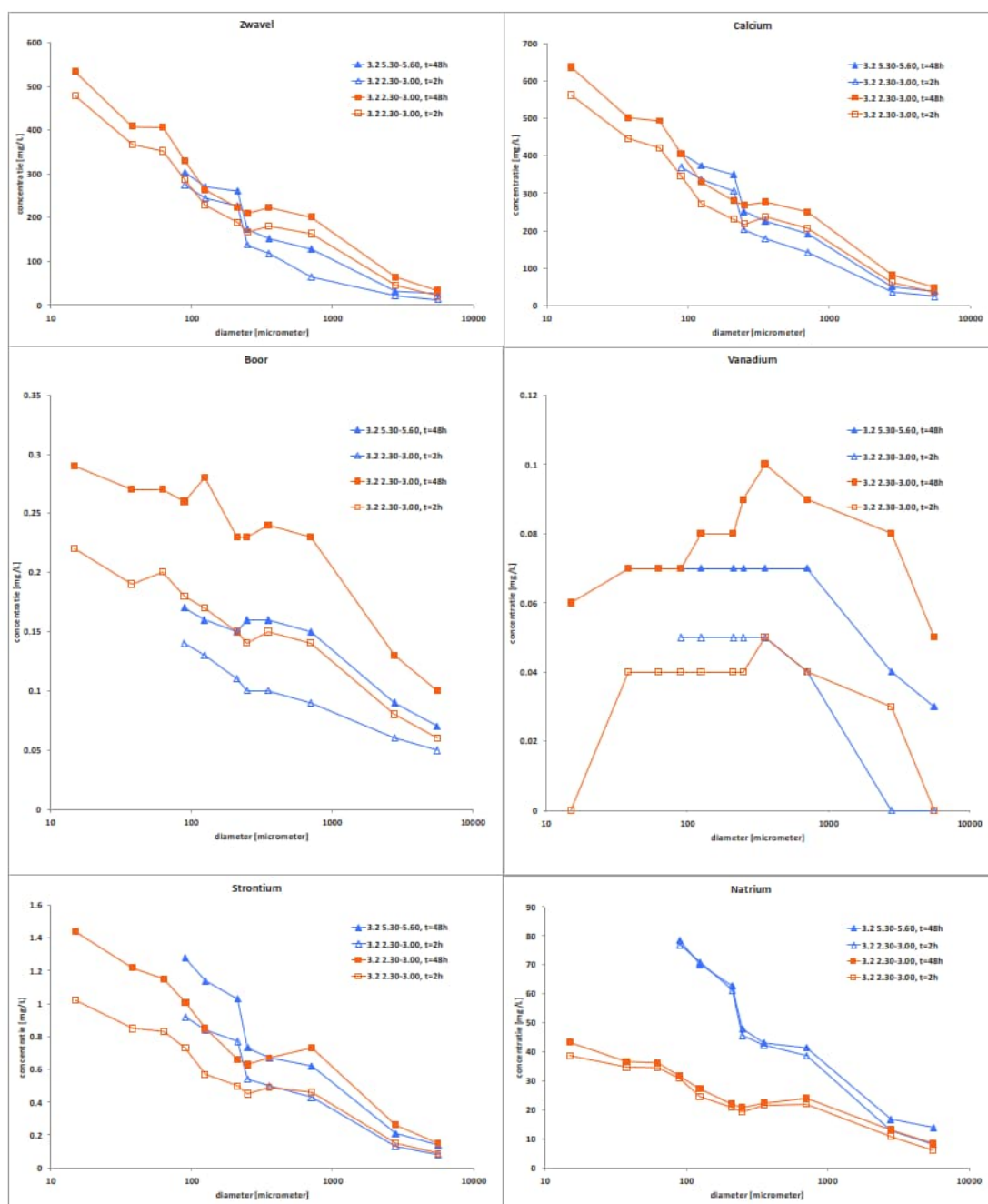
Figuur 4.2 Verloop van pH (links) en geleidbaarheid (rechts) tijdens de LS10 extracties voor verschillende dieptes (m-MV) van boring B3.1 en B3.2.

De pH tijdens deze proeven loopt nauwelijks op, maar is hoger dan tijdens de kolomproeven. Dit komt wellicht omdat meteen meer contact met het extractiemiddel kan plaatsvinden, omdat bij een schudproef geen voorkeursstroming kan optreden (zie ook Foto 4.1).

Wanneer verschillende korrelgroottefracties worden afgezeefd, kan vervolgens door middel van de LS10 extracties worden bepaald, deeltjes van welke korrelgrootte-klasse als bron fungeren voor de uitloging. Dit is gedaan voor twee monsters uit boring B3.1. De geselecteerde resultaten zijn weergegeven in figuren Figuur 4.3 en Figuur 4.4. Voor de meeste stoffen vindt de sterkste uitloging plaats in de kleinste korrelgroottefractie, wat mede te verklaren is uit het grotere specifieke oppervlak, waaraan adsorptie kan plaatsvinden. Opvallend is wel dat de pH hoog is over alle korrelgroottes en dat bij vanadium niet het karakteristieke patroon wordt gevolgd van afnemende extractie bij grotere korrelgrootte.



Figuur 4.3 pH en geleidbaarheid tijdens LS10 van B3.2 (2.3-3.0 m-MV) extractie van de verschillende korrelgroottefracties met zeewater of deminewater.



Figuur 4.4 Resultaten LS10 extracties bij verschillende korrelgroottefracties voor monster B3.2 (5.30-5.6 m-MV, blauw) en B3.2 (2.30-3.00 m-MV, oranje). Het zwavel is grotendeels aanwezig als sulfaat.

4.3 Constant head uitloogproef met eluaatanalyse

Om te beoordelen of doorlatendheid in de tijd varieert en er (dus) een relatie is met reactiviteit van het materiaal of verplaatsing van fijne delen door het materiaal is een extra doorlatendheidsmeting uitgevoerd, waarbij doorlatendheid en geleidbaarheid en pH ieder uur zijn gemeten. De proef is vergelijkbaar van opzet als de proef uitgevoerd in het in 2016

gerapporteerde onderzoek (paragraaf 3.2.9 van (Deltares, 2016) op TGG die destijds als monster (nog voor de toepassing) is bewaard.

De test is uitgevoerd op TGG uit boring B3.1 (2-2,2 m-MV), waarbij het materiaal grover dan 9,5 mm is verwijderd. Het materiaal is aangebracht in een perspex cilinder met diameter 79,2 mm en hoogte 146,5 mm en verdicht tot een droge dichtheid van 1599 kg/m^3 . De verdichtingsgraad is niet bekend omdat er geen proctordichtheid is van het materiaal zonder de grove fractie.

De drukhoogte tijdens de proef was 455 mm; dit komt neer op een verhang van 3,46 m/m. Op verschillende hoogtes in de kolom zijn meetpunten aangebracht om stijghoogtes te meten, om te kijken of de kolom op specifieke plekken verstopt (Foto 4.1). De uitstromende vloeistof werd overdag gedurende 1 uur opgevangen, waarna pH en geleiding werd bepaald en een monster werd bewaard voor chemische analyse.

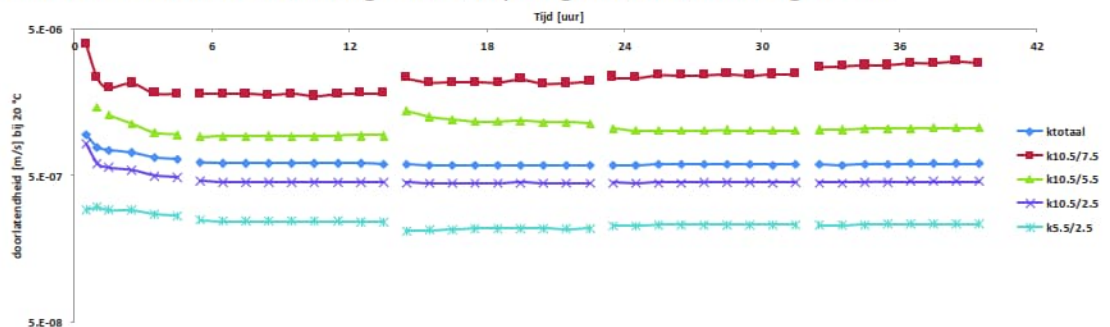


Foto 4.1 Opstelling doorlatendheidsproef

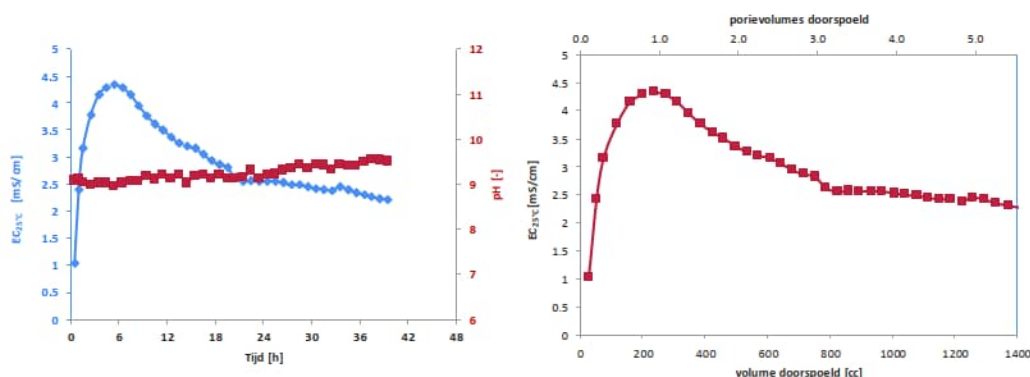


Foto 4.2 Opstelling doorlatendheidsproef. Gedurende de test wordt een kanaal zichtbaar bestaande uit louter grof materiaal

De doorlatendheid is te zien in Figuur 4.5 en pH / geleidbaarheid in Figuur 4.6.



Figuur 4.5 Verloop van de doorlatendheid gedurende de test. De blauwe lijn is de overall doorlatendheid, de andere curves tonen de doorlatendheid van verschillende delen van de kolom (bijv de doorlatendheid van de bovenste 7 cm is weergegeven in de paarse curve k10.5/2.5).



Figuur 4.6 pH (rood) en geleidbaarheid (blauw) tijdens het experiment. Rechts de geleidbaarheid uitgezet tegen het doorspoelde volume

De doorlatendheid is stabiel rond de $6 \cdot 10^{-7}$ m/s gedurende de 40 uur dat het experiment liep. Een initieel iets hogere doorlatendheid werd gemeten aan het begin van elke meetdag die volledig kan worden toegeschreven aan het vollopen van de stijghoogtebuisjes. De doorlatendheid van delen van de kolom vertoont hetzelfde gedrag als de kolom als geheel, hetgeen erop duidt dat geen specifieke verstopping optreedt. De lagere waarde van de gedeeltes van de kolom ten opzichte van het totaal wordt waarschijnlijk veroorzaakt door weerstand in het systeem.

De pH neemt sterk toe gedurende de eerste 7 uren en blijft daarna constant en hoog. De geleidbaarheid neemt in dezelfde periode toe tot circa 4,5 mS/cm en neemt af nadat 1 volume is doorstroomd. De maximumwaarde van de EC is beduidend lager dan tijdens de vergelijkbare test op het emmermonster. Dit kan te maken hebben met lokale variatie, maar ook met uitspoeling van zout die reeds heeft plaatsgevonden.

Uit de proeven volgt dat de doorlatendheid niet noemenswaardig in de tijd varieert. Er is dus geen relatie te leggen met de reactiviteit van het materiaal of verplaatsing van fijne delen door het materiaal.

5 Bemonstering grondwater en oppervlaktewater

Bepaling van grondwatermonsters en oppervlakte monsters is uitgevoerd door de Antea Group. De uitvoering heeft plaats gevonden onder BRL 2000 (BRL2000, 2013), (BRL2002, 2013). Zeven bemonsteringsrondes zijn uitgevoerd (Figuur 1.3). Het gaat om de volgende tijdstippen:

- 1^e bemonstering: 17-19 oktober 2017 (17 peilfilters, 1 oppervlaktewatermonster).
- 2^e bemonstering: 14-15-17 november 2017 (18 peilfilters, 1 oppervlaktewatermonster).
- 3^e bemonstering: 15-18 december 2017 (18 peilfilters, 2 oppervlaktewatermonsters).
- 4^e bemonstering: 20-21-22-23 februari en 16 maart 2018 (41 peilfilters, 2 oppervlaktewatermonsters)
- 5^e bemonstering: 24-30 mei en 20 juni 2018.
- 6^e bemonstering: 20 augustus-9 september 2018 (33 peilfilters, 2 oppervlaktewatermonster).
- 7^e bemonstering: 19-22 november 2018 (21 peilfilters, 7 oppervlaktewatermonster).

Tijdens de bemonstering is de zuurgraad (pH), de elektrische geleidbaarheid (EC), de concentratie opgeloste zuurstof (DO) en de redoxpotentiaal (Eh) gemeten. De analyses op de watermonsters zijn uitgevoerd door Eurofins Analytico. De locaties van diverse peilfilters, en in het veld bepaalde parameters zijn weergegeven in Figuur 2.1 en Tabel 5.1. De locaties omvatten de voor dit onderzoek geplaatste peilbuizen en de al aanwezige peilbuizen. Bovendien is de kwelsloot, het buitendijks natuurgebied, bovenstrooms zeewater en benedenstrooms zeewater bemonsterd.

Name		X coördinaat	Y coördinaat	bovenkant peilbuis	maaiveld	bovenkant	onderkant	onderkant	TGG tov GW	Geologie	
						filter MV	filter MV	TGG MV			NAP
B1-1		59739.378	378554.192	0.871	0.966	2.5	3.5	-	-	-	zand
B1-2	ondiep	59739.625	378552.166	0.948	0.989	5.5	6.5	-	-	-	klei
	diep	59739.551	378552.338	0.933	0.989	8.5	9	-	-	-	zand
B2-1		59755.118	378566.051	2.996	3.042	4.5	5.5	-	-	-	zand
B2-2	ondiep	59754.876	378567.255	2.965	3.055	7.5	8.5	-	-	-	klei
	diep	59754.853	378567.203	2.939	3.055	10	11	-	-	-	zand
B3-1	ondiep	59786.019	378573.348	9.044	9.167	10	11	8.1	1.067	0.9	zand
	diep	59786.181	378572.188	9.056	9.167	16.5	17.5	8.1	1.067		zand
B3-2	ondiep	59786.165	378573.344	9.015	9.151	6.5	7.5	8.1	1.051	0.9	TGG
	diep	59786.193	378572.24	9.045	9.151	14	15	8.1	1.051		klei
B7	ondiep	59763.637	378391.934	1.012	1.088	2	3	-	-	-	zand
	diep	59763.598	378391.932	0.989	1.088	8	9	-	-	-	zand
B8	ondiep	60051.102	378236.948	3.156	3.246	3.5	4.5	3.5	-0.254	-0.5	onder TGG
	diep	60051.033	378236.917	3.119	3.246	10	11	3.5	-0.254		zand
B9	ondiep	60291.85	378336.774	1.143	1.224	4	5	-	-	-	zand
	diep	60291.821	378336.607	1.122	1.224	8	9	-	-	-	zand
B10	ondiep	60476.951	378407.491	1.117	1.154	3	4	-	-	-	zand/veen
	diep	60476.813	378407.482	1.086	1.154	6	7	-	-	-	zand
B11	ondiep	59718.144	378672.372	0.857	0.937	1.5	2.5	-	-	-	zand
	diep	59718.143	378672.31	0.846	0.937	6.5	7.5	-	-	-	zand
B12	ondiep	59808.369	378399.847	8.947	9.016	8	9	9.2	-0.184	-0.7	TGG
	diep	59808.419	378399.883	8.924	9.016	16	17	9.2	-0.184		zand
B12-2	ondiep	59813.462	378425.013	9.046	9.112	7.75	8.75	8.8	0.312	0	TGG
	diep	59813.523	378425.048	9.024	9.112	16	17	8.8	0.312		zand
B13	ondiep	60465.713	378438.025	4.244	4.338	6	7	-	-	-	zand
	diep	60465.705	378437.999	4.241	4.338	13	14	-	-	-	zand
B14		59678.194	379491.705	10.079	10.173	10	11	6.8	3.373	2	zand
B15		59613.369	379505.447	9.913	9.966	11	12	-	-	-	zand
Boringen zonder peilfilters											
G1		60265.067	378381.224		9.45	-	-	9.5	-0.05	0.7	-
G2		60274.623	378385.346		9.45	-	-	10.6	-1.15	-0.5	-
G3		60288.724	378390.729		9.45	-	-	10	-0.55	-0.3	-
Reeds in het veld aanwezige peilbuizen											
EC101	ondiep	59625.28	378535.38	0.942		3.5	4.5				
	diep			0.986		diep					
EC102	ondiep	59694.15	378568.43	0.456		3.5	4.5				
	diep			0.533		9	10				
Pb2a	ondiep	59723.53	378561.52	0.34	0.56	8.0					
	midden			0.31	0.56	12.0					
	diep			0.2	0.56	18.0					
T1	ondiep	59836	378598	2.92	0.36	6	7				
	diep			2.78	-0.01	11	12				
EC-110	ondiep	59097.11	378091.14	?	0.8	3.1	4.1				
	diep			?	0.8	10.4	11.4				
EC-111	ondiep	59334.03	378387.04	1.431	1.08	3.5	4.5				
	diep			1.573	1.08	9.1	10.1				
EC-118	ondiep	59352.87	378885.67	?	0.9	3.1	4.1				
	diep			1.512	0.9	11.5	12.5				
EC-119	ondiep	59262.87	378881.8	?	1.01	3.2	4.2				
	diep			1.471	1.01	8.8	9.8				
EC-121	diep	59171.43	378704.23	0.664	0.66	7.1	8.1				
Kalverdijk 3		59447.2649	378888.256	1.545	1.23	2.2	3.2				

Tabel 5.1 Locaties van de boringen en peilfilterdieptes, en de ligging van TGG (GW=grondwater, NAP=t.o.v. NAP, MV=t.o.v. maaiveld.) Locaties in italics zijn indicatief⁹

⁹ De peilfilters EC105 en EC107 konden niet worden bemonsterd en zijn dan ook niet weergegeven.

5.1 Analysepakket

Bij de eerste meetronde is een uitgebreid analysepakket toegepast voor 11 peilbuizen, en een zeer uitgebreid pakket voor de overige 3 peilbuizen. Deze overige drie peilbuizen betreffen:

- B3.1 (9,90-10,90 m-MV¹⁰), net onder de TGG.
- B1.1 (2,50-3,50 m -MV), aan de teen van de dijk.
- EC 101 (3,50-4,50 m -MV, circa 50 m binnendijks).

Bij de volgende zes monitoringsrondes is het pakket met de stoffen waarop geanalyseerd is, steeds aangepast op basis van de bevindingen uit de vorige ronde en afgestemd op voortschrijdend inzicht. Een overzicht van het monsterpakket is weergegeven in Tabel 2.2 (voor PFAS, zie paragraaf 5.2). Welke componenten en verbindingen in welke meetronde zijn bepaald, is weergegeven in Bijlage G2.

5.2 Per- en PolyFluorAlkyl stoffen (PFAS)

Bij de zesde en zevende meetronde zijn ook analyses voor perfluoralkalische stoffen (PFAS) toegepast (Figuur 1.3). De resultaten en analysecertificaten zijn weergegeven in Bijlage H.

¹⁰ -MV staat voor "onder maaiveld"

6 Toetsing aan referentiewaarden

6.1 Achtergrond

Om de gemeten concentraties te beoordelen wordt een toetsing uitgevoerd. De toetsing is gebaseerd op het wettelijk kader dat de overheid daarvoor heeft gemaakt. Twee regelingen staan daarbij centraal. De eerste is de circulaire bodemsanering uit 2013 (Circulaire Bodemsanering, 2013). De tweede is de regeling bodemkwaliteit die geldig is vanaf 2017 (RBK). Bij de toetsing worden gemeten concentraties vergeleken met wettelijk vastgestelde grenswaarden. Deze grenswaarden zijn verschillend voor grond en grondwater.

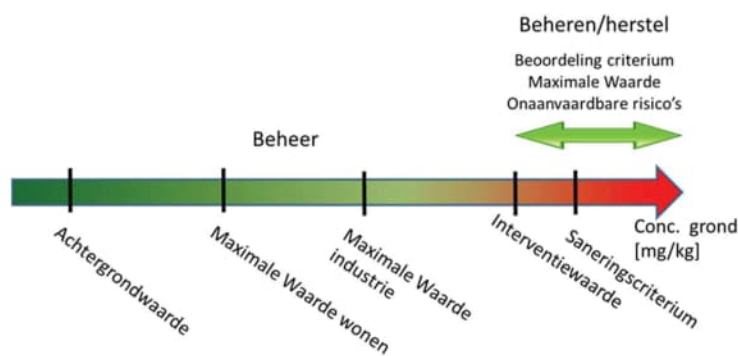
Bij grond worden de volgende normen onderscheiden:

- Achtergrondwaarde (AW).
- Maximale waarde Klasse Wonen.
- Maximale waarde Klasse Industrie.
- Interventiewaarde (IW).

Bij grondwater worden de volgende normen onderscheiden:

- Streefwaarde (SW).
- Interventiewaarde (IW).

De streefwaarde geeft de overgang weer tussen een 'schone', en niet beïnvloed door menselijke activiteiten, en een verontreinigde bodem of grondwater. Voor grond wordt dan gesproken over de achtergrondwaarde. Als, door menselijke activiteiten, de interventiewaarde wordt overschreden dan is sprake van een geval met ernstige bodemverontreiniging. Bij grondwater wordt ook vaak –maar uitsluitend indicatief– nog een tussenwaarde onderscheiden. De tussenwaarde is gelijk aan de helft van de som van streef- en interventiewaarde. Voor grond zijn de maximale waarden voor de bodemfunctieklassen Wonen en Industrie ontwikkeld. Deze waarden liggen tussen de achtergrondwaarde en de interventiewaarde. Ze hebben als doel om een geschikte toestand van de bodem te waarborgen afgestemd op het gebruik van de bodem. Een overzicht van deze normen is opgenomen in Figuur 6.1.



Figuur 6.1 Schematisch overzicht van de normen voor grond (op basis van figuur RIVM (2018))

Het overschrijden van de interventiewaarde vormt een signaal dat handelend moet worden opgetreden. Het handelende optreden kan variëren van het uitvoeren van een aanvullend onderzoek naar het risico verbonden aan de verontreiniging op de specifieke locatie of het ontwerpen, en vervolgens uitvoeren, van een saneringsmaatregel. Bij een aanvullend onderzoek dient vervolgens gekeken te worden naar het risico van de verontreiniging voor de specifieke locatie gelegen in het bodemsysteem.

Bij een nader onderzoek worden drie risico's onderscheiden. Deze risico's worden verbonden aan de gevonden bodemverontreiniging. Het gaat daarbij om het humane risico, het ecologische risico en het verspreidingsrisico. Bij humane risico's wordt gekeken naar de verschillende 'paden' waarlangs mensen verontreinigingen zouden kunnen opnemen. Te denken valt daarbij aan eventueel direct contact met de TGG en indirect contact. Bij dat laatste gaat het bijvoorbeeld om geteelde groente in een moestuin waar de wortels tot in de TGG reiken en waarbij door menselijke consumptie van deze groente, opgenomen verontreinigingen vervolgens naar de mens worden overgedragen.

Bij ecologische risico's gaat het om de effecten van de verontreiniging op de flora (bloemen, planten, struiken en bomen) en fauna (dieren). Konijnen, mollen en muizen kunnen bij het graven van gangen en holen eventueel in contact komen met de TGG. De wortels van vegetatie kan bij een dunne afdeklaag reiken tot in de TGG en daarmee verontreinigingen opnemen. De volgende stap is dat grazende dieren deze verontreiniging opnemen.


Voor grootschalige bodemtoepassing (GBT) is een bijzonder regime van toepassing. De grond moet voldoende worden afgedekt met een zogenoemde leeflaag. De dikte van de leeflaag dient bij een GBT-toepassing minimaal een meter halve meter te zijn.

6.2 Methode

6.2.1 Toetsing van grond en TGG

De meetresultaten voor de samenstelling van grond en TGG zijn weergegeven in Bijlage C.1. Let op: de meetresultaten zijn daarbij niet omgerekend naar een standaard bodem. De analysecertificaten zijn opgenomen in Bijlage C.2.

Toetsing van de grondmonsters vindt plaats aan de geldende emissietoetswaarden (ETW) voor een grootschalige bodemtoepassing (GBT) en aan de maximumwaarden voor Klasse Industrie, zoals vermeld in Tabel 1 van Bijlage B behorende bij de regeling bodemkwaliteit (RBK, 2017). Daarbij wordt eerst een omzetting uitgevoerd naar gestandaardiseerde gehalten, waaronder een omzetting naar een "standaardbodem" (op basis van lutumgehalte en organisch stof)¹¹. De toetsing is uitgevoerd als Toets 8 (T8, Grootschalige Bodemtoepassing op grond) via BoToVa¹² met behulp van de webapplicatie Pais van Eurofins Analytico.

De resultaten van de toetsing per grondmonster is weergegeven in Bijlage C.3. De niet-TGG monsters zijn uitsluitend getoetst aan maximumwaarden voor bodemkwaliteitsklasse industrie en wonen. Omdat het hierbij gaat om een beoordeling van individuele monsters kunnen deze waarden niet gezien worden als een partijkeuring in de zin van de Regeling Bodemkwaliteit .

¹¹ Bij de berekening van de gestandaardiseerde gehalten van barium in TGG is een lutumgehalte van 10% aangehouden (wat leidt tot een vaste correctiefactor van 1,9375) conform Bijlage G.III RBK, aangezien het lutumgehalte lager was dan 10%.

¹² BoToVa staat voor "Bodem Toets- en Validatieservice", waarmee online aan grond- en grondwater normen getoetst wordt.

4 | er ook geen formeel oordeel mogelijk. Bovendien leidt het gebruik van individuele monsters in plaats van mengmonsters tot meer "uitschieters": meer hogere en meer lagere waarden, aangezien bij een mengmonster ook enige middeling plaatsvindt.

6.2.2 Toetsing uitloogonderzoek

De resultaten van het uitloogbaarheidsonderzoek (Bijlage E) worden getoetst aan de maximale emissiewaarden (EW) voor GBT (Tabel 1, Bijlage B, RBK). Bij een partijkeuring ten behoeve van een GBT is een dergelijk toetsing nodig voor stoffen met gehalten boven de ETW in het samenstellingsonderzoek. Gezien de verwachte grond-pH (die hoger is dan de pH van normale grond) van dit TGG is uitloging op basis van het samenstellingsonderzoek veel minder goed te voorspellen en is uitloogbaarheidsonderzoek tevens noodzakelijk als invulling van de zorgplicht.

Voor de anionen (bromide, chloride, sulfaat en 6 | iodide) is geen maximale emissiewaarde of emissietoetswaarde (ETW) vastgesteld, zodat hiervoor de zorgplicht geldt. Indicatief vergelijken we in dit onderzoek de uitloging met de maximale waarden voor niet-vormgegeven bouwstoffen (in zoet en zout milieu).

6.2.3 Toetsing van grondwater

Toetsing van de grondwatermonsters vindt plaats aan de hand van de streefwaarden uit de Circulaire Bodemsanering (Circulaire Bodemsanering, 2013), 8 | is invulling van de zorgplicht zoals vermeld in voetnoot 4 bij Tabel 1 van Bijlage B van de Regeling Bodemkwaliteit. Deze toetsing is 9 | onder de BRL uitgevoerd door de Antea Group. De resultaten van de metingen en de Certificaten zijn weergegeven in Bijlage G.

6.3 Uitvoering van de toetsing

6.3.1 Voor grond en TGG



















De toetsresultaten op basis van nu gerapporteerde bepalingen voor grondmonsters zijn weergegeven in Bijlage C.1.

Voor diverse stoffen is in grond geen gehalte aangetoond 11 | is de rapportagegrens weergegeven. Wanneer toetsing plaatsvindt op basis van deze rapportagegrens komen de gehalten echter wel boven de maximumwaarde voor Klasse Wonen of Klasse Industrie uit. Het betreft hier chlooranilinen (boven klasse industrie voor alle monsters), diverse ftalaten, chloorbenzenen¹³ en diverse chloorfenolen.

De toetsresultaten voor grond zijn samengevat voor die stoffen waarvan in één van de monsters 13 | in gehalte is aangetroffen boven de maximumwaarde voor de Klasse Wonen¹⁴. Deze samenvatting staat in

¹³ 15 | of 1,2,4-trichloorbenzenen zijn 17 maal in TGG monsters wel meetbare gehalten aangetroffen. De indeling in klasse industrie van de som trichloorbenzenen geldt echter voor deze monsters én voor een groot aantal van de monsters met een gehalte dat onder de meetlimiet ligt.



¹⁴ Stoffen waarvoor de overschrijding uitsluitend te wijten is aan een te hoge detectielimiet zijn niet opgenomen.



	Number: 1	Author: 	Subject: Markering	Date: 18-3-2019 12:16:09
	Number: 2	Author: 	Subject: Notitie	Date: 18-3-2019 12:17:02
	verwijderen daar verschillend kwaliteiten ook niet opgemengd en gemiddeld mogen worden.Zou punt zetten achter de regeling bodemkwaliteit			
	Number: 3	Author: 	Subject: Notitie	Date: 18-3-2019 12:15:57
	?			
	Number: 4	Author: 	Subject: Markering	Date: 18-3-2019 12:15:49
	Number: 5	Author: 	Subject: Notitie	Date: 18-3-2019 12:17:59
	fluoride			
	Number: 6	Author: 	Subject: Markering	Date: 18-3-2019 12:17:44
	Number: 7	Author: 	Subject: Notitie	Date: 18-3-2019 12:19:12
	verwijzing voetnoot weghalen . is artikel 13 Wbb			
	Number: 8	Author: 	Subject: Markering	Date: 18-3-2019 12:18:37
	Number: 9	Author: 	Subject: Markering	Date: 18-3-2019 12:19:14
	Number: 10	Author: 	Subject: Notitie	Date: 18-3-2019 12:19:40
	bestaat niet verwijderen toetsing is niet gecertificeerd. waarom geen BoToVa ??			
	Number: 11	Author: 	Subject: Notitie	Date: 18-3-2019 12:21:04
	boven de rapportagegrens			
	Number: 12	Author: 	Subject: Notitie	Date: 18-3-2019 12:20:45
	wel een gehalte boven de rapportagegrens			
	Number: 13	Author: 	Subject: Markering	Date: 18-3-2019 12:20:21
	Number: 14	Author: 	Subject: Notitie	Date: 18-3-2019 12:22:19
	verwarrend verwijderen 14 zegt volghdoende ,maar bij 14 term rapportagegrens aanhouden			
	Number: 15	Author: 	Subject: Markering	Date: 18-3-2019 12:21:46

Stof	TGG						Geen TGG		
	<=AW	Klasse Wonen	Klasse Industrie en <ETW	Klasse industrie en >ETW	Niet toepasbaar	Nooit toepasbaar	<=AW	Klasse Wonen	Klasse Industrie
Nikkel (Ni)	6	3	21			3	13	2	
Zink (Zn)	4	2	22	4		1	15		
Koper (Cu)	9	8	13	2		1	15		
Chroom (Cr)	9	3	20			1	13	2	
Vanadium (V)	11	6	12	3	1		13	2	
Cadmium (Cd)	5	13	14		1		15		
Lood (Pb)	4	26	1	2			15		
Arseen (As)	26	4	1	2			12	2	1
Kwik (Hg)	4	14	15				15		
Kobalt (Co)	6	23	4				11	4	
Tin (Sn)	4	29					14	1	
Molybdeen (Mo)	5	28					15		
Tolueen	22		8		3		15		
Minerale olie (totaal)	29		3		1		13	2	
Trichloorbenzenen (som)	2		20				10	5	
Benzeen	14		19				15		
α-HCH	28		5				15		
β-HCH	17		16				15		
Heptachloor	32		1				15		
Heptachloorbutadieen	32		1				15		
α-Endosulfan	32		1				15		
Heptachloorepoxide (som)	32		1				15		
Drins (som)	24	7	2				15		
Chloordaan (som)	32		1				14	1	
OCB (som, landbodem)	32		1				15		
Fenol	29		2				15		
Cresolen (som)	31		1				15		

Tabel 6.1 Toetsingsresultaten van de grondmonsters

In deze tabel is voor diverse stoffen de verdeling van de monsters, genomen uit de TGG, weergegeven over de categorieën:

 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 12:25:24
17?

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 12:25:27

- Nooit toepasbaar¹⁵ (boven interventiewaarde).
- Niet toepasbaar (onder interventiewaarde, boven maximumwaarde voor Klasse Industrie).
- Klasse Industrie, en boven de emissietoetswaarde (ETW) voor GBT.
- Klasse Industrie, en onder de emissietoetswaarde (ETW) voor GBT.
- Klasse Wonen.
- Achtergrondwaarde (AW).

Voor de grondmonsters die niet in de TGG genomen zijn, is de verdeling beperkt tot de drie categorieën:

- Klasse Industrie.
- Klasse Wonen.
- Achtergrondwaarde (AW).

Voor de grondmonsters genomen buiten de TGG zijn geen stoffen aangetroffen in de overige voor TGG weergegeven categorieën. Bovendien is de klasse Industrie is niet opgedeeld in een gedeelte boven en onder de ETW, aangezien deze onderverdeling alleen van toepassing is bij GBT en daarom niet van toepassing is de grond die bij aanleg al aanwezig was.¹⁶



¹⁵ De kwalificaties "nooit toepasbaar" voor een waarde boven de interventiewaarde, en "niet toepasbaar" voor waarden daaronder, maar boven de maximumwaarde voor de klasse industrie wordt hier ter verduidelijking, maar heeft geen wettelijke basis.



¹⁶ Overigens blijven de waardes voor alle "Klasse Industrie" stoffen onder de emissietoetswaarde voor GBT.

Stof	TGG						Geen TGG		
	<=AW	Klasse Wonen	Klasse Industrie en <ETW	Klasse industrie en >ETW	Niet toepasbaar	Nooit toepasbaar	<=AW	Klasse Wonen	Klasse Industrie
Nikkel (Ni)	6	3	21			3	13	2	
Zink (Zn)	4	2	22	4		1	15		
Koper (Cu)	9	8	13	2		1	15		
Chroom (Cr)	9	3	20			1	13	2	
Vanadium (V)	11	6	12	3	1		13	2	
Cadmium (Cd)	5	13	14		1		15		
Lood (Pb)	4	26	1	2			15		
Arseen (As)	26	4	1	2			12	2	1
Kwik (Hg)	4	14	15				15		
Kobalt (Co)	6	23	4				11	4	
Tin (Sn)	4	29					14	1	
Molybdeen (Mo)	5	28					15		
Tolueen	22		8		3		15		
Minerale olie (totaal)	29		3		1		13	2	
Trichloorbenzenen (som)	2		30				10	5	
Benzeen	14		19				15		
α-HCH ¹⁷	28		5				15		
β-HCH	17		16				15		
Heptachloor	32		1				15		
Heptachloorbutadieen	32		1				15		
α-Endosulfan	32		1				15		
Heptachloorepoxide (som)	32		1				15		
Drins (som)	24	7	2				15		
Chloordaan (som)	32		1				14	1	
OCB ¹⁸ (som, landbodem)	32		1				15		
Fenol	29		2				15		
Cresolen (som)	31		1				15		

Tabel 6.1 Toetsingsresultaten van de grondmonsters

¹⁷ HCH staat voor hexachloorhexaan¹⁸ OCB staat voor organochloorbestrijdingsmiddelen.

 Number: 1 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 12:27:38

 Number: 2 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 12:27:50
dubbele tabel

6.3.2 Toetsing van grondwater

Voor het grondwater zijn de toetsresultaten weergegeven in Bijlage G (kleiner dan streefwaarde, groter dan streefwaarde, maar onder de 0,5 indexwaarde¹⁹, groter dan de indexwaarde en groter dan de interventiewaarde) weergegeven, net als een beschrijving per peilbuis. Stoffen waarvoor de interventiewaarde wordt overschreden.

6.3.3 Uitvoering toetsing uitloogonderzoek

Bij het uitgevoerde uitloogonderzoek van TGG-monsters in het laboratorium wordt in veruit de meeste gevallen de emissiewaarde voor GBT niet overschreden. Van de 23 uitgevoerde onderzoeken zijn alleen overschrijdingen van de emissiewaarde gevonden voor antimoon (tweemaal) en molybdeen (eenmaal). Indien anionen (die niet zijn genormeerd binnen de GBT) zouden worden getoetst als niet-vormgegeven bouwstof, dan zouden in een zoetwater milieu overschrijdingen plaatsvinden voor sulfaat (18), chloride (15) en bromide (20). In een zoutwater milieu gaat het alleen om sulfaten en dan in één geval.

¹⁹ De 0,5 indexwaarde is het gemiddelde van de streefwaarde en de interventiewaarde en wordt gebruikt ter versterking van de interpretatie. Het is geen formele Bodem Toets- en Validatieservice (BoToVa) toetswaarde en is berekend door Pais.

Stof	Peilfilter, (m-MV)	Meetronde 1	Meetronde 2	Meetronde 3	Meetronde 4 ²⁰	Meetronde 5	Meetronde 6	Meetronde 7
Arseen	B2.1, 4,50-5,50						X	X
Arseen	B3.1, 9,9-10,90				X	X	X	-
Arseen	B11, 2,50-3,50	-	-	-			X	
Arseen	B15, 11,00-12,00	-	-	-	-		X	X
Lood	B1.1, 2,50-3,50	X						
Kwik	B1.2, 8,40-9,40			X				-
Barium	B3.1, 9,9-10,90		X					
Barium	B3.1, 16,50-17,50	X						
Barium	B2.1, 7,50-8,50	X						
PCB (som 7)	B14 10-11,00	-	-	-	X	X	X	-
PAK (somfracties) ²¹	B14, 10-11,00	-	-	-	X	X	X	-
PAK (somfracties)	B3.1, 9,9-10,90		X					
PAK (somfracties)	B12.2, 16,00-17,00	-	-	-		X		
PAK (somfracties)	B13, 6,00-7,00	-	-	-	X		-	-
PAK (somfracties)	EC-119, 8,80-9,80	-	-	-	X	-	-	-
OCB	EC-119, 8,80-9,80	-	-	-	2	3	-	-


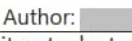
Tabel 6.2 Stoffen waar de interventiewaarde voor is overschreden (X = overschreden, - = niet bemonsterd)



6.4 Kwaliteit en dikte van de leeflaag met grasbekleding


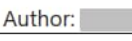
De afdichtende laag boven de TGG is van belang, omdat hij ervoor zorg draagt dat geen direct contact mogelijk is met de TGG en bovendien nodig is voor de worteling van de grasbekleding. Door middel van 90 boringen is de dikte van de leeflaag, het zoutgehalte en de milieukundige eigenschappen bepaald (Figuur 6.2).



²⁰ 15 metingen die 100x verdund zijn, komen voor diverse metingen vanwege die verdunning boven de interventiewaarde uit. Deze zijn niet meegenomen in de analyse. Resultaten zijn nog niet definitief. Metingen van metalen bij B3.2 16.50-17.50 lijken verkeerd bepaald.

²¹ Een meetfout werd vermoed, maar ook bij een heranalyse werden werd dit niveau overschreden. Ook voor diverse individuele PAK werd de interventiewaarde overschreden. Na heranalyse bleven al deze waarden onder de interventiewaarde.

 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 12:37:03
? vreemd arseen zit er toch standaard in ? meetronde 7 geen PCB?

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 12:31:38

 Number: 3 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 12:36:02
????

 Number: 4 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 12:35:39



Figuur 6.2 Locaties waar de leeflaag is onderzocht (zwarte stippen) ten opzichte van andere analyses.

Uit de profielbeschrijvingen blijkt dat de toplaag tot de maximaal geboorde diepte van 1,5 m –MV. overwegend bestaat uit zandige klei. Plaatselijk worden lagen siltige klei of zand aangetroffen. De toplaag varieert in dikte 0,6 tot minimaal 1,5 m -MV en is daarmee altijd dikker dan de minimumdikte van 50 cm zoals die geldt voor de leeflaag van een GBT. Gemiddeld heeft de toplaag een dikte van 1,1 à 1,2 m -MV. Bij het uitvoeren van het veldonderzoek zijn in de toplaag geen waarnemingen gedaan die duiden op bodemverontreiniging.



Zoutgehalte en anionen



Op basis van het chloridegehalte en het watergehalte van de monsters is het zoutgehalte bepaald, analoog aan RAW proef 38 (CROW, 2015), en vergeleken met de maximumwaarde voor klei in dijken van 4 g/L in het porievocht (TAW, 1996). Dit gehalte was gemiddeld 0,4 g/L en nergens hoger dan 2,02 g/L en voldoet derhalve. Diverse monsters hebben sulfaatgehalten die voor grond vrij hoog zijn (tot 1100 mg/kg ds, bij 9 van de 25 mengmonsters boven de 200 mg/L)²². Het gemeten bromidegehalte is overal onder de 5 mg/kg. Aangezien deze waarde vaak verhoogd is in TGG, en de stof goed uitloogbaar is, is het onwaarschijnlijk dat uitloging plaatsvindt naar de afdeklag.

Milieukundige beoordeling

Bij de bepalingen zijn mengmonsters samengesteld van de doorwortelde toplaag (eerste 20 cm), en is onderscheid gemaakt tussen de hoger gelegen en op het steile talud gelegen gedeelten aan de ene kant ("het droge deel") en het flauwe talud dat daarop volgt ("het

²² Deze behoren tot de 20% hoogste waarden voor bodems die niet zijn belast met lokale verontreinigingsbronnen.

 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 12:38:08
?

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 12:37:58

natte deel²³). Voor het onderzoek wordt uitgegaan van de strategie voor een onderzoek op een locatie met heterogene diffuse verontreinigingen op schaal van monsterneming (VED-HE) uit de NEN 5740 (NEN, 2009/2016). Daarbij is zware metalen (barium, cadmium, kobalt, koper, kwik, lood, molybdeen, nikkel en zink), PCBs, PAKs (PAK 10 VROM), minerale olie, Zuurgraad (pH-KCl), Bromide, Chloride, Sulfaat, Fluoride bepaald, en antimoon, tin, seleen, arseen en vanadium.

Droge deel

In de doorwortelde toplaag (0-20 cm) van waterkering B wordt plaatselijk een licht verhoogd gehalte aan PAK aangetoond. In de doorwortelde toplaag van waterkering C wordt plaatselijk een licht verhoogd gehalte aan minerale olie gemeten. In de overige grondmonsters binnen het droge deel van de waterkeringen worden geen verhoogde gehalten aan geanalyseerde parameters aangetoond.

Natte deel

In de doorwortelde toplaag van Waterkering B wordt plaatselijk een licht verhoogd gehalte aan molybdeen aangetoond. In de diepere bodemlaag van de toplaag wordt plaatselijk een licht verhoogd gehalte aan minerale olie gemeten. In de doorwortelde toplaag van waterkering C wordt een licht verhoogd gehalte aan PAK aangetoond. In de overige grondmonsters binnen het droge deel van de waterkeringen worden geen verhoogde gehalten aan geanalyseerde parameters aangetoond.

Toetsing Besluit bodemkwaliteit

De analyseresultaten van de onderzochte grond(meng)monsters zijn indicatief getoetst aan de normen uit het Besluit bodemkwaliteit. Hieruit blijkt dat de licht met minerale olie verontreinigde grond wordt geclassificeerd als klasse industrie. De licht met PAK verontreinigde grond uit Waterkering C wordt geclassificeerd als klasse wonen. Datzelfde geldt voor 1 van de TGG kernboringen, waarvan de toplaag is geanalyseerd. De overige grondmonsters worden geclassificeerd als klasse Achtergrondwaarde.

Grasbekleding

De ontwikkeling van de grasmat wijkt niet significant af van normaal. De grasbekleding van de dijk bestaat grotendeels uit Rood zwenkgras (afkomstig uit inzaaimengsel D2). De grasmat is nog relatief jong en zal zich nog enkele jaren door ontwikkelen. Er is sprake van een gesloten graszode met een dichte doorworteling (conform het wettelijke beoordelingsinstrumentarium voor primaire waterkeringen; WBI2017). Zie Bijlage I voor een uitgebreidere analyse.

²³ Hier zijn op sommige momenten natte plekken gesignaleerd. Indien het om uit de dijk logend materiaal zou gaan, zou een verontreiniging hier mogelijk kunnen uit treden. Vandaar dat deze locaties afzonderlijk zijn beoordeeld.

6.5 Stoffen met verhoogde gehalten in TGG, grond of grondwater

6.5.1 Anionen

Bromide

Bromide is in verhoogde gehalten aangetroffen in de TGG (boven de 100 mg/kg.ds in circa de helft van de monsters)²⁴ en loogt volledig uit bij contact met water. In diverse peilbuizen worden concentraties gemeten boven de 20 mg/L. De bron van het bromide in de peilbuizen kan zowel de TGG als het zeewater zijn. De verhouding 'bromide-chloride' is in zeewater stabiel en rond de 0,03. Een hogere verhouding is een indicatie dat de bron van de opgeloste bromide wel eens de TGG zou kunnen zijn. De peilbuizen met een concentratie boven de 20 mg/L en een verhouding 'bromide-chloride' boven de 0,06 (tweemaal de verhouding in zeewater) zijn B1.1, B2.1, B3.1, B7 en B8, B11; de betreffende peilfilters staan steeds in het eerste watervoerende pakket. In deze peilbuizen kan een deel van de bromideconcentratie dus worden toegeschreven aan uitloging vanuit de TGG.

De kwelsloot ligt nabij de teen van de dijk. De peilbuizen, B7, B8 en B11, liggen in de buurt van de kwelsloot. In het grondwater ter plaatse van deze peilbuizen is bromide waargenomen en dus ligt het voor de hand dat ook verspreiding van bromide naar de kwelsloot plaatsvindt. De gemeten bromide-concentraties en de verhouding 'bromide-chloride' van het water in de kwelsloot zijn echter vergelijkbaar met zeewater, zodat aangenomen moet worden dat het grootste gedeelte van de aanwezige bromide wordt veroorzaakt door kwel van zout grondwater of door lozing van zout grondwater onttrokken door het kwelsysteem.

Sulfaat

Ook sulfaat is in verhoogde gehalten aanwezig in de TGG en is mobiel: het loogt grotendeels uit bij contact met water. Sulfaatconcentraties variëren echter sterk in het gebied, omdat sulfaat ook een belangrijke component is van zeewater. ¹De sulfaat-chloride ratio is meestal lager dan die voor zeewater. Dit wordt verklaard doordat onder anaerobe omstandigheden sulfaat biologisch afbreekt tot sulfide door middel van sulfaat reductie. Op basis van de gemeten waarden in het grondwater en oppervlaktewater kan geen verontreiniging worden vastgesteld. Omdat de achtergrondconcentraties zo sterk variëren kan ook niet worden vastgesteld dat die er niet is.

6.5.2 Metalen


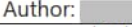
Arseen

Arseen is aanwezig in verhoogde gehalten (groter dan de achtergrondwaarden) in de TGG (4 van de 16 geanalyseerde TGG monsters bevatten verhoogde arseen gehalten).


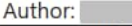
De gemeten arseen concentraties in het grondwater liggen boven de interventiewaarde voor monsters genomen uit de peilfilters van boring B2.1 (4,50-5,50 m-MV), B3.1 (9,9-10,90 m-MV), B11 (2,50-3,50 m-MV) en B15 (11,00-12,00 m-MV). In het grondwater in peilbuis B2.1 en B3.1 ²zijn de arseenconcentraties in de eerste drie monitoringsrondes onder de interventiewaarde (16-60 µg/L). Vanaf monitoringsronde 4 worden concentraties tussen 47 µg/L en 210 µg/L gemeten.


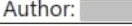
Het ³uitloogbaarheidsonderzoek in 7 stappen toont aan dat er nauwelijks uitloging van arseen plaatsvindt en dat de arseenconcentratie in de eluaatfracties afneemt gedurende de 7 stappen. De mobiliteit/oplosbaarheid van arseen kan toenemen bij zowel lage als hoge pH. In dit geval ⁴


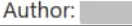
²⁴ In vrijwel alle monsters is het gehalte boven het "verwaarloosbaar risico"-niveau van 20 mg/kg

 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 12:40:28
?? in tgg net andersom .onduidelijk

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 12:40:10

 Number: 3 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 12:53:59
int abel staat niet bemonsterd??

 Number: 4 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 12:53:43

 Number: 5 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 12:44:06
ongeschikt dus ?

 Number: 6 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 12:43:58

wijst het uitloogbaarheidsonderzoek op een afname in oplosbaarheid als gevolg van een pH stijging.

Gezien de aanwezigheid van verhoogde arseenconcentraties in het grondwater rondom de dijk is de TGG een mogelijke bron. De hoogste concentraties gemeten in het uitloogonderzoek (tot 46 µg/L) zijn echter wel een stuk lager dan aangetroffen in de grondwatermonsters van B2.1, B3.1, B11 en B15 (400 tot 210 µg/L). Mogelijk speelt een grote (chemische) heterogeniteit van de TGG hierbij een rol.

Barium

Barium is aangetroffen in verhoogde waarden in de TGG. Aangezien de achtergrondwaarde voor barium sterk varieert, zijn geen maxima voor de gebruiksklasse voor barium in grond van kracht. In één meting is het barium sterk verhoogd en wordt de indicatieve waarde voor een ernstige verontreiniging (INEV) met circa 50% overschreden. Alle andere waarden liggen daar echter onder. De uitloging van barium is beperkt en is circa 50 maal lager dan de maximale uitloging voor met-vormgegeven bouwstoffen²⁵. De gemeten barium concentraties in het grondwater ligt boven de interventiewaarde voor monsters genomen uit de peilfilters van boring B3.1 (9,90-10,90 m –MV, 630 µg/L, alleen de 2^e meting) B3.2 (16,50-17,50 m –MV, 680 630 µg/L, alleen 1^e meting) en boring B2.2 (7,50-8,50 m –MV, 640 µg/L, alleen 1^e meting). De concentratie wisselt sterk in alle metingen. Dat geldt zowel in de tijd als in de ruimte; de hoge bariumgehalten komen zowel in het eerste als het tweede watervoerende pakket voor. Daarmee kan niet worden vastgesteld of uitloging van barium effect heeft gehad op de grondwaterkwaliteit. In de bermsloot worden geen verhoogde waarden aangetroffen (op basis van de barium-chloride-ratio). Wel verdient het aanbeveling om het bromide-gehalte te vergelijken met de concentratie in andere kwelsloten om definitief vast te stellen of geen sprake is van een verhoogde waarde.


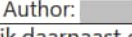


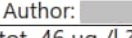

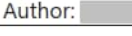
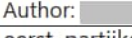



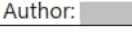

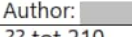
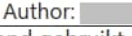






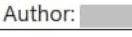

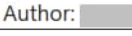

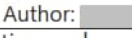



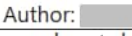






Chroom

Chroom is aangetroffen in de TGG met waarden die liggen boven de maximumwaarde voor de (bodemgebruiks)Klasse Industrie van 180 mg/kg.ds en deze waarde is gelijk aan de interventiewaarde voor Chroom-3. Op een locatie (boring G2), op een diepte van 4-6 m onder MV, is een gehalte van 205 mg/kg.ds aangetroffen. De gehalten aangetroffen in het TGG op andere plekken, voldoen allemaal aan de Klasse Industrie. De conclusie is dat bij een partijkeuring (waarbij gemiddeldes worden genomen) ook wordt voldaan aan de Klasse Industrie. De uitloging van TGG (0,1-1%) leidt dan niet tot een emissie boven de maximum emissiewaarde voor GBT (0,027 mg/kg), maar ligt gemiddeld op 16% van die waarde. In het grondwater worden dan ook geen gehalten boven de interventiewaarde aangetroffen.

Kwik

Kwikgehalten in grond voldoen steeds aan de maximumwaarde voor de (bodemgebruiks)Klasse Industrie (en in de helft van de TGG-bepalingen wordt voldaan aan de Klasse Wonen). Uitloging van kwik is beperkt en blijft steeds onder de maximum emissiewaarde voor GBT toepassingen. In het grondwater wordt in 1 meting in 1 peilbuis (B2.1), met het filter op een diepte van 5,5-6,5 m -MV, in de klei, een gehalte (0,36 µg/L) vastgesteld boven de interventiewaarde (0,3 µg/L), terwijl het gehalte in de 2 voorgaande metingen onder de 0,05 µg/L lag. Het is daarmee onwaarschijnlijk dat de incidenteel verhoogde waarde door de aanwezigheid van de TGG wordt veroorzaakt. Een meetfout kan niet worden uitgesloten.

²⁵ Voor GBT toepassingen bestaat geen maximumwaarde

-
-  Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:03:53
??? zeer onduidelijk.daarnaast een figuur van arseen . vanadium vertoont idem ander gedrag . aanpassen of aantonen met figuur uitloging
-
-  Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 12:41:53
-
-  Number: 3 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:13:47
uitloogonderzoek tot 46 ug /l ???)ls 10?? dus 0,46 mg/kg ??
-
-  Number: 4 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:11:52
-
-  Number: 5 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 12:53:22
staat hier voor het eerst. partijkeuringen per 2000 ton?
-
-  Number: 6 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:12:40
-
-  Number: 7 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 12:52:40
-
-  Number: 8 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:13:01
hierboven 47 ug/l ?? tot 210
-
-  Number: 9 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:14:39
?? waarom niet grond gebruikt . foute normwaarde ??
-
-  Number: 10 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:07:17
-
-  Number: 11 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:08:56
bromide?
-
-  Number: 12 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:08:42
barium chloride ratio ? waar komt deze vandaan?
-
-  Number: 13 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:08:16
-
-  Number: 14 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:08:46
-
-  Number: 15 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:06:22
??? boven interventiewaarde mag niet worden gemengd
-
-  Number: 16 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:05:56
-
-  Number: 17 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:05:53
??? norm is 0,17 waar komt deze waarde vandaan?
-
-  Number: 18 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:05:15
-
-  Number: 19 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:15:54
was och door erkend bureau gedaan . waaom geen herhaling analyse uitgevoerd.zin verwijderen
-
-  Number: 20 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:15:24
-

Lood

Loodgehaltenes in grond voldoen steeds aan de maximumwaarde voor de (bodemgebruiks)Klasse Industrie (en in de meeste van de uitgevoerde TGG-bepalingen wordt voldaan aan de Klasse Wonen). In twee gevallen wordt de emissietoetswaarde overschreden, zodat –als de gemiddelde waarde van een partij deze concentratie zou hebben– uitloogonderzoek noodzakelijk zou zijn. Uitloging van lood is echter beperkt en blijft steeds onder de maximum emissiewaarde voor GBT toepassingen (2). **De uitloging is gemiddeld 1.000 maal lager dan het maximum**. In het grondwater wordt in 1 meting in 1 peilbuis (B1.1, met filter op een diepte van 2,5-3,5 m - MV) een gehalte (310 µg/L) vastgesteld boven de interventiewaarde (75 µg/L), terwijl de waarde in de 2 andere metingen onder de 2 µg/L lag. Het is daarmee onwaarschijnlijk dat de incidenteel verhoogde waarde door de aanwezigheid van de TGG wordt veroorzaakt. (4) **Een meetfout kan niet worden uitgesloten.**

Nikkel


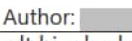
De maximumwaarde voor de (bodemgebruiks)Klasse Industrie bedraagt 100 mg/kg.ds. Deze waarde is gelijk aan de interventiewaarde van Nikkel. Nikkel is aangetroffen boven de IW op drie locaties. Op de locaties G2 (op een diepte van 4-6 m -MV en 8-10 m – MV) en op locatie B12 (op een diepte van 0,50-1,50 m –MV) is circa 130 mg/kg.ds aangetroffen. De waardes aangetroffen in de TGG op andere plekken voldoet aan de klasse Industrie, zodat kan worden aangenomen dat op de meeste locaties bij een partijkeuring (waarbij gemiddeldes worden genomen) ook wordt voldaan aan de klasse. De uitloging van TGG leidt niet tot een emissie boven de maximum emissiewaarde voor GBT (6), **44 mg/kg**) en ligt gemiddeld op 6% van die waarde. In het grondwater worden geen waardes boven de interventiewaarde aangetroffen.


Vanadium


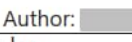
De maximumwaarde voor de (bodemgebruiks)Klasse Industrie bedraagt 250 mg/kg.ds en deze waarde is gelijk aan het "indicatief niveau voor ernstige verontreiniging" (INEV). Vanadium is aangetroffen in de TGG met een gehalte die ligt boven INEV. Op een locatie (G2, op een diepte van 4-6 m -MV) is 269 mg/kg.ds aangetroffen. De gehalten aangetroffen op andere plekken in de TGG voldoen aan de Klasse Industrie. Geconcludeerd kan worden dat op de meeste locaties bij een partijkeuring (waarbij gemiddeldes worden genomen) wordt voldaan aan de Klasse Industrie. Wel wordt op drie plekken tevens de emissietoetswaarde overschreden, waardoor –als dat in een partijkeuring ook bij het mengmonster het geval zou zijn– uitloogonderzoek noodzakelijk is. Uitloging vanuit TGG leidt niet tot een emissie boven de maximum emissiewaarde voor GBT (8), **1,8 mg/kg**) en ligt gemiddeld op 45% van die waarde. In het grondwater zijn geen gehalten aangetroffen boven het "indicatief niveau voor ernstige verontreiniging" (70 µg/L): de waardes zijn nergens boven de 20 µg/L.


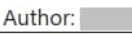
Zink



Zink is aangetroffen in de TGG met gehalten die liggen boven de maximumwaarde voor de (bodemgebruiks)Klasse Industrie van 720 mg/kg ds. Op een locatie (G2, op een diepte van 8-10 m onder mv) is een gehalte aangetroffen van 803 mg/kg.ds). Dit gehalte is gelijk aan de interventiewaarde. De gehalten aangetroffen op andere locaties in de TGG, voldoen aan de Klasse Industrie, zodat kan worden aangenomen dat bij een partijkeuring (waarbij gemiddeldes worden genomen) ook wordt voldaan aan de Klasse Industrie. Wel wordt op diverse plekken de emissietoetswaarde (ETW) overschreden, zodat aanvullend uitloogonderzoek noodzakelijk is om de daadwerkelijke emissie vast te stellen. De uitloging van TGG (<0,05%) leidt niet tot een emissie boven de maximum emissiewaarde voor GBT (10), **4,5 mg/kg**) en ligt gemiddeld op 2,5% van die waarde. In het grondwater worden geen waardes boven de interventiewaarde aangetroffen.



 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:16:43
onduidelijk wat wordt hier bedoeld factor 1000 lager dan de norm ?


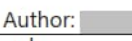
 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:16:17


 Number: 3 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:17:05
verwijderen zie eerder



 Number: 4 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:16:54



 Number: 5 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:19:13
?? 0,21 , verkeerde norm gehanteerd voor NV bouwstoffen

 Number: 6 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:17:37

 Number: 7 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:20:16
verkeerde normwaarde

 Number: 8 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:19:39

 Number: 9 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:20:51
verkeerde normwaarde = 2,1

 Number: 10 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:20:40

6.5.3 Organische verontreinigingen

PAKs

PAKs zijn aangetroffen in de TGG in gehalten boven de detectiegrens. Het gaat dan vooral om de thermisch makkelijk afbreekbare PAK-verbindingen (naftaleen en fenantreen). Het gehalte van de som-PAKs ligt echter meestal onder de achtergrondwaarde, en in drie gevallen wordt voldaan aan de (bodembebruiks)Klasse Wonen. In het grondwater is in twee peilbuizen de somfractie vastgesteld boven de 1 (B13, B14), en bovendien worden verhoogde gehalten naftaleen gemeten op diverse locaties. Deze lijken echter –gezien de geringe gehalten in de TGG– niet aan TGG toe te schrijven. Gezien de locatie (gelegen nabij bij de oude veerhaven) zijn historische PAK verontreinigingen niet uit te sluiten. Ook in het verkennend bodemonderzoek is in een enkel mengmonster verhoogde PAK-gehalten aangetroffen.

PCB

De som PCB (sommatie van 7 veelvoorkomende polychloorbifenylen) is in de TGG onder de achtergrondwaarde of voldoet aan de klasse wonen (driemaal). In het grondwater is in het algemeen ook geen PCB verontreiniging aanwezig. Alleen bij B14 is de som in het grondwater (0.04 µg/L) boven de interventiewaarde van 0.01 µg/L, voornamelijk door aanwezigheid van PCB180 en PCB153. Het gaat hier om een peilfilter waar ook PAKs boven de interventiewaarde werden aangetroffen. Gezien de locatie (gelegen nabij bij de oude veerhaven) zijn net als bij PCB historische PCB verontreinigingen niet uit te sluiten en ook in het verkennend bodemonderzoek is in een enkel mengmonster verhoogde PCB-gehalten aangetroffen.

Tolueen

Tolueen is aangetroffen in monsters genomen uit de TGG. De gehalten liggen in drie gevallen boven de maximumwaarde voor de Klasse Industrie (1,25 mg/kg). Het gaat daarbij om: locatie B12-2 (op een diepte van 2-3 m -MV) 1,9 mg/kg, locatie B3.1 (op een diepte van 4-5 m -MV) 8 mg/kg, locatie B12 (op een diepte van 6.5-7,5 m -MV) 1,7 mg/kg. Deze gehalten liggen echter ruim onder de interventiewaarde van 32 mg/kg. In het grondwater wordt tolueen in meetbare gehalten aangetroffen op diverse plekken, maar nergens boven de streefwaarde (7 µg/L).

Tetrahydrofuraan (THF)

THF is in het grondwater aangetroffen op locatie EC-102 (op 3,50-4,0 m – MV), in het naast de dijk gelegen landbouw gebied in een concentratie van 2000 µg/L, die boven de interventiewaarde van 300 µg/L. Het werd tevens aangetroffen in verhoogde waarde in het diepere peilfilter (5 µg/L op 9,00-10,00 m – MV) van EC-102, maar bij een heranalyse niet meer aangetroffen. De plotselinge hoge concentraties op beide diepten duiden op een verontreiniging van bovenaf (de peilbuizen zijn immers niet van boven afgesloten), die niet gerelateerd is aan de TGG.

Per- en PolyFluorAlkyl Stoffen (PFAS)

PFAS zijn een categorie stoffen afkomstig die bestaan uit PFOS (perfluorooctaansulfonzuur), Perfluorooctaanzuur (PFOA), GenX en hun afbraakproducten. In dit onderzoek is gekeken naar de aanwezigheid van 26 van deze stoffen (zie bijlage H voor nadere informatie).

In de 8 geanalyseerde TGG grondmonsters zijn PFAS nauwelijks aangetroffen. Met uitzondering van 1 meting (B17), zijn alle geanalyseerde PFAS-waarden beneden de bepalingsgrens in de grondmonsters. In het TGG monster van B17 (4.30–5.30 m - MV) is een PFOS-gehalte gemeten van 0,2 µg/kg. Dit gehalte ligt boven de bepalingsgrens van 0,1 µg/kg. De aanwezigheid van 1 geperfluoreerde verbinding geeft aan dat de TGG een mogelijke bron is voor PFAS, maar 1 waarde in 8 grondmonsters waarbij 15 verbindingen zijn gemeten is

onvoldoende indicatie voor voorkomen.² Dit wijst op mogelijk andere bronnen van PFAS, of een grote heterogeniteit in de samenstelling en PFAS verbindingen aanwezig in de TGG.

Daarnaast is PFOS en andere PFAS⁴ slecht oplosbaar en naar verwachting zal de uitloogbaarheid van PFAS dan ook laag zijn ten opzichte van goed oplosbare stoffen zoals sulfaat of bromide. De uitloogbaarheid van PFAS in deze TGG is echter niet experimenteel onderzocht

In tegenstelling tot de grondmonsters zijn meerdere PFAS verbindingen (11 van de 26) aangetroffen in grondwater op meerdere locaties.

De kleinere PFAS (koolstofketen <C8) zijn⁶ waarschijnlijk afbraakproducten van de stoffen met langere koolstofketens zoals PFOS en PFOA, zoals aangegeven in de achtergrondinformatie. Het is daarom mogelijk dat PFOS en de kortere verbindingen aanwezig in het grondwater afkomstig zijn van de TGG door afbraak van PFOS. Of PFOA afkomstig kan zijn van de TGG kan niet bevestigd worden op basis van de geanalyseerde TGG monsters.

PFAS zijn aangetroffen boven de bepalingsgrens in het grondwater, slootwater en zeewater te Perkpolder. De gemeten waarden zijn laag en voor PFOA beneden het toelaatbaar risiconiveau in grondwater (0,0875 µg/L). Eén PFAS verbinding, PFOS, is aangetroffen in een TGG monster van Perkpolder. De resultaten zijn niet eenduidig en wijzen niet op 1 duidelijke bron van PFAS. Gezien de voorkennis en daarbij behorende behandeling van TGG voor het is geplaatst is, is het aannemelijk dat de PFAS uit de TGG komen,⁸ maar zeewater zou een mogelijke additionele bron kunnen zijn.

Aangezien een volledig toetskader op dit moment ontbreekt, is alleen toetsing conform de zorgplicht mogelijk. Aangezien een dergelijk toetskader op dit moment wordt ontwikkeld, verdient het aanbeveling alsnog daaraan te toetsen zodra een toetskader beschikbaar komt.

6.5.4 Andere parameters

pH

De pH is een maat voor de zuurgraad en in de TGG is de pH hoger dan de omgeving. De pH tijdens uitlogingsonderzoek van TGG neemt weliswaar iets af maar blijft in veel gevallen rond de 9 (hoogste waarde in TGG is 10.2). Grond direct onder de TGG heeft een normale pH (behalve op 1 locatie: in B14 wordt in het zand direct onder de TGG een pH-KCl van 11,4 gemeten), en ook de pH in het grondwater is niet verhoogd. Daarmee zijn geen ecologische effecten te verwachten buiten de TGG. De hoge pH wordt gebufferd door de aanwezigheid van calcium, dat ook in relatief hoge concentraties aanwezig is.¹⁰ hoge pH is een van de redenen dat de uitloging van diverse metalen beperkt is, omdat de meeste metalen juist bij een lage pH uitspoelen.

Number: 1 Author: [redacted] Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:24:01
of de waade 0,1 ug/kg is te hoog om elatie te leggen met grondwater

T Number: 2 Author: [redacted] Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:23:33

Number: 3 Author: [redacted] Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:24:39
denken deskundigen anders over zowel polair als apolair

T Number: 4 Author: [redacted] Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:24:11

Number: 5 Author: [redacted] Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:31:07
zijn persistent RIVM gaf aan dat deze waarschijnlijk g stoffen zijn uit productieproces?)

T Number: 6 Author: [redacted] Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:30:34

Number: 7 Author: [redacted] Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:31:59
???

T Number: 8 Author: [redacted] Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:31:29

Number: 9 Author: [redacted] Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:32:31
???? klopt niet bij dit materiaal

T Number: 10 Author: [redacted] Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:32:14

7 Discussie

Deze rapportage bevat de resultaten van het onderzoek naar de samenstelling van grond en grondwater. Bovendien worden de resultaten van het uitloogbaarheidsonderzoek, en samenstelling van de afdeklaag weergegeven.

Een aantal trends komt uit deze meetserie naar voren. Deze trends geven een indicatie van het gedrag van de TGG en de interactie met de ondergrond op deze specifieke locatie.

7.1 Locatie

De TGG op de plek waar de analyses zijn uitgevoerd, ligt grotendeels en op veel plekken volledig boven het grondwaterpeil. Bovendien staat de TGG meestal niet in direct contact met een watervoerend pakket. Op enkele plekken is direct contact echter wel mogelijk. Contact is mogelijk in deelgebied A, waar direct contact is met een steunberm bestaande uit zand, en op die plekken waar geen kleilaag is aangetroffen.

Boringen ter hoogte van de voormalige watergangen laten zien dat de watergangen niet met TGG zijn opgevuld, en dat ter plekke van die locaties het TGG dus niet onder de grondwaterstand ligt.

7.2 Gehaltes in grond (inclusief TGG)


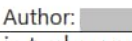
Uit de metingen komt, wat betreft de zware metalen, het beeld naar voren van grond die voldoet aan een "typische" Klasse Industrie, op een normale (achtergrondwaarde) landbodem. Het lage gehalte aan organische verbindingen is tevens conform de verwachting voor thermisch gereinigde grond.

Het zeer hoge gehalte aan sulfaat en de hoge pH aangetroffen in de TGG zijn echter niet te verklaren met thermische reiniging alleen. Deze metingen zijn wel consistent met het indicatieve onderzoek uitgevoerd op de TGG. Dat onderzoek is gevoerd op emmermonsters van hetzelfde materiaal dat ook in de dijk is gebruikt (Deltares, 2016). Verrassend zijn de meetbare gehalten aan diverse organische verontreinigingen (onder anderen benzeen, naftaleen, fenantreen, 1,2,4-trichloorbenzeen, diverse dioxines, α - en β -HCH) die zijn aangetroffen in de TGG. Van een aantal klassen (zoals PAKs) zijn het juist de zeer vluchtige verbindingen die aangetoond worden, terwijl minder vluchtige verbindingen niet aanwezig zijn. Driemaal is in de TGG een tolueengehalte aangetroffen die ligt boven de maximumwaarde voor de Klasse Industrie en dat geeft aanleiding om het tolueengehalte ook in het grondwater te blijven volgen.


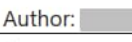
De hoge pH gemeten in de grondmonsters van de TGG staat in contrast tot de pH in de grondmonsters genomen op andere plekken in de ondergrond, waar reguliere waarden worden gemeten.



7.3 Grondwaterkwaliteit



Een van de eerste locaties waar verhoogde gehalten worden verwacht is in het grondwater van het eerste watervoerende pakket indien uitloging naar de omgeving plaatsvindt. De ondiepe peilbuizen, peilbuis B3.1 (direct onder de TGG), peilbuis B2.1 (in de berm) en (in mindere mate) in peilbuis B1.1 (binnendijks) kunnen daarom indicaties bevatten voor een dergelijke uitloging. De bromide-gehalten in het eerste watervoerende pakket direct onder de TGG zijn direct te



 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 13:33:04
niet meegenomen in toplaag onderzoek

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 13:32:52

 Number: 3 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 14:23:55
bromide toevoegen

 Number: 4 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 14:23:13

 Number: 5 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 14:24:42
trichloorbenzeen vrijwel standaard,drins?

 Number: 6 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 14:24:10
en benzeen

 Number: 7 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 14:23:58

relateren aan de aanwezigheid van TGG gezien de gewijzigde verhouding tussen bromide en chloride ten opzichte van zeewater.

7.4 Kwetsbare objecten

In de inleiding zijn diverse kwetsbare objecten genoemd. Enkele voorlopige conclusies betreffende deze objecten worden in de volgende paragrafen besproken.

7.4.1 Eerste watervoerende pakket onder de dijk

Uitloging vindt plaats vanuit de TGG en verspreiding naar het eerste watervoerende pakket. Vastgesteld is dat in dit pakket bromidegehalten sterk verhoogd zijn. Het effect van deze verhoogde gehalten zijn echter beperkt en dat komt doordat:

- i) Het watervoerende pakket staat niet in direct contact met flora en fauna.
- ii) Het watervoerende pakket uitsluitend water afvoert naar zoute watersystemen (waar bromide geen probleem vormt) zoals de kwelsloot, het tweede watervoerende pakket (beperkt) en wellicht het ontpolderde natuurgebied.

7.4.2 Tweede watervoerende pakket onder de dijk

Uitloging vindt plaats naar het eerste watervoerende pakket, en door stroming van het grondwater naar het tweede watervoerende pakket. De aangetroffen bromidegehalten zijn daardoor sterk verhoogd. Het effect van deze verhoogde gehalten is echter beperkt, aangezien:

- iii) Het tweede watervoerende pakket niet in direct in contact komt met flora en fauna.
- iv) Het tweede watervoerende pakket voert uitsluitend water af naar zoute watersystemen (waar bromide geen probleem vormt).

7.4.3 Kwelsloot ¹

De samenstelling van de kwelsloot wordt bepaald door menging van verschillende bronnen: natuurlijke grondwaterstroming (voornamelijk zoute kwel uit het tweede watervoerende pakket), lozing van onttrokken grondwater via het kwelscherm, en oppervlakkige afstroming van (zoet)water en water uit het eerste watervoerende pakket.



Het is waarschijnlijk dat verspreiding van bromide uit de TGG naar de berm-sloot plaatsvindt. Deze verspreiding leidt echter niet tot significant verhoogde bromidegehalten. Andere concentraties zijn in dit stadium niet getoetst, maar het lijkt onwaarschijnlijk dat eventuele verhoogde waarden in de kwelsloot veroorzaakt worden door de aanwezigheid van de TGG.



7.4.4 Landbouwgebied



In het landbouwgebied achter de kwelsloot zijn geen concentraties aangetroffen in het grondwater die direct te relateren zijn aan uitloging uit de TGG. Ook de geohydrologische situatie wijst erop dat de zoetwaterbel onder het landbouwgebied niet in verbinding staat met de zoetwaterbel onder de dijk. Daarmee wordt dit object niet negatief beïnvloed door de TGG. Verhoogde concentraties in het grondwatersysteem zijn incidenteel van aard (steeds slechts 1 maal, op 1 peilbuis) en daarmee waarschijnlijk ³ te schrijven aan een meetfout. De geohydrologische analyses hebben echter alleen betrekking op de situatie waarin het kwelsysteem werkt. Of de analyse ook geldt bij een niet-werkend kwelsysteem, is nog onderwerp van onderzoek.



7.4.5 Buitendijks natuurgebied

Het buitendijks natuurgebied dat door de ontpoldering is ontstaan wordt aan twee zijden omsloten door de dijk met TGG. Omdat het een zoutwatersysteem is, is bromide aanwezig. Op ⁴

 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 14:25:41
gegevens?

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 14:25:28



 Number: 3 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 14:27:10



 Number: 4 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 14:27:19
??

grond van de bromide-chloride verhouding is echter geen significant effect van bromide-uitloging zichtbaar. Ook andere waarden die verhoogd in de TGG aanwezig zijn, zijn niet verhoogd in het oppervlaktewater (of grondwater) van het natuurgebied.

7.4.6 Afdeklaag

De TGG is afgedekt met een kleilaag, waarop gras groeit. Een dergelijke afdekking is verplicht bij grootschalige toepassingen in de bodem (GBT), onder welk regime de TGG is aangebracht en dient ertoe om direct contact met mens en dier te vermijden. De afdeklaag is uitgebreid bemonsterd (zie paragraaf 6.4) en de grasbekleding geanalyseerd begroeid. Er zijn geen aanwijzingen dat stoffen uit de TGG door de afdeklaag heendringen. Vegetatie met wortels die door de kleilaag heen naar de TGG kunnen groeien (zoals bomen) is niet aanwezig.

 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 18-3-2019 14:27:00
deel A net onderzocht?

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 18-3-2019 14:26:42

Referenties

- ASTM. (2017). *D7968-17a, Standard Test Method for Determination of Polyfluorinated Compounds in Soil by Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry (LC/MS/MS)*. doi:10.1520/D7968-17A
- BRL2000. (2013). *Beoordelingsrichtlijn Veldwerk bij milieuhygiënisch bodem- en waterbodemonderzoek*. SIKB, versie 5, 12 december 2013.
- BRL2001. (2013). *Protocol Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen*, SIKB. versie 3.2, 12 december 2013.
- BRL2002. (2013). *Protocol Het nemen van Grondwatermonsters*, SIKB. versie 4, 12 december 2013.
- BRL2100. (2015). *Beoordelingsrichtlijn Mechanisch Boren*, SIKB. versie 3.3, 16 april 2015.
- BRL2101. (2015). *Protocol Mechanisch Boren*, SIKB. versie 3.3, 16 april 2015.
- Circulaire Bodemsanering. (2013). 1 juli 2013.
- CROW. (2015). *Standaard RAW Bepalingen 2015*.
- Deltares. (2016). *Analyse TGG Perkpolder*. eindrapport, 1220438-000-GEO-0012-jvm, mei 2016.
- Deltares. (2018). *onderzoeksresultaten geotechnische analyses TGG materiaal Perkpolder”, 11200482-00-Geo-0008*.
- Grontmij. (2008). *Milieukundig- en geotechnisch grondonderzoek Perkpolder*. Rapport, 13/99083862?VC, revisie D1, 20 maart 2008, 61 bladzijden.
- NEN. (2004a). *NEN7373:2004 nl. Uitloogkarakteristieken - Bepaling van de uitloging van anorganische componenten uit poeder- en korrelvormige materialen met een kolomproef - Vaste grond- en steenachtige materialen*.
- NEN. (2004b). *NEN7383:2004. Uitloogkarakteristieken - Bepaling van de cumulatieve uitloging van anorganische componenten uit poeder- en korrelvormige materialen met een vereenvoudigde procedure voor de kolomproef - Vaste grond- en steenachtige materialen*.
- NEN. (2009/2016). *NEN 5740:2009+A1:2016 nl Bodem - Landbodem - Strategie voor het uitvoeren van verkennend bodemonderzoek - Onderzoek naar de milieuhygiënische kwaliteit van bodem en grond*.
- NEN. (2017). *NEN 5725:2017 nl. Bodem - Landbodem - Strategie voor het uitvoeren van milieuhygiënisch vooronderzoek*.
- RBK. (2017, 2 1). *Regeling Bodemkwaliteit, geldend vanaf 1 februari 2017*. Retrieved from <http://wetten.overheid.nl/BWBR0023085/2017-02-01>.
- RIVM. (2018). *Risicobeoordeling van het gebruik van thermisch gereinigde grond in Perkpolder (Zeeland)*. RIVM-Rapport 2018-0063, 79 bladzijden .
- TAW. (1996). *Technisch Rapport Klei voor Dijken*.
- Van Oord. (2016). *ASB Waterkering / Dwarsdoorsnede en Details (154425-TEK-ASB-00058)*.

A Boorstaten

A.1 Boorprofielen B1-B19

A.2 Boorstaten G1-G3

Voor boorstaten van de afdekkende kleilaag bovenop de zeedijk (toplaag); zie bijlage 1 (Profielbeschrijvingen en zintuiglijke waarnemingen) van bijlage D

B Beschrijving gegroepede analyses

De groepen parameters genoemd in Tabel 2.2 van het hoofdrapport zijn hieronder weergegeven.

Tabel 1.A PAKs

naftaleen
acenaftyleen
acenafteen
fluoreen
fenantreen
antraceen
fluorantheen
pyreen
benzo(a)antraceen
chryseen
benzo(b)fluorantheen
benzo(k)fluorantheen
benzo(a)pyreen
dibenzo(a,h)antraceen
benzo(ghi)peryleen
indeno(1,2,3cd)pyreen

Tabel 1.B Chloorbenzenen

monochloorbenzenen *
dichloorbenzenen (som) *
trichloorbenzenen (som)
tetrachloorbenzenen (som)
pentachloorbenzenen
hexachloorbenzenen

Tabel 1.C Chloorfenolen

monochloorfenolen (som)
dichloorfenolen (som)
trichloorfenolen (som)
tetrachloorfenolen (som)
pentachloorfenol

Tabel 1.D Organochloorbestrijdingsmiddelen

chloordaan (som)
DDT (som)
DDE (som)
DDD (som)
DDT/DDE/DDD (som)
aldrin
dieldrin
endrin
isodrin
telodrin
drins (som)
endosulfansulfaat
α -endosulfan
α -HCH
β -HCH
γ -HCH (lindaan)
δ -HCH
HCH-verbindingen (som)
heptachloor
heptachloorepoxide (som)
hexachloorbutadieen
organochloorhoudende bestrijdingsmiddelen (som landbodem)

Tabel 1.E

Gechlorineerde dibenzo-p-dioxines

2,3,7,8-TCDD
1,2,3,7,8-PeCDD
1,2,3,6,7,8-HxCDD
1,2,3,7,8,9-HxCDD
1,2,3,4,7,8-HxCDD
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD

Gechlorineerde dibenzofuranen

2,3,7,8-TCDF
1,2,3,7,8-PeCDF
2,3,4,7,8-PeCDF
1,2,3,6,7,8-HxCDF
1,2,3,7,8,9-HxCDF
1,2,3,4,7,8-HxCDF
2,3,4,6,7,8-HxCDF
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF

PCBs

PCB77
PCB81
PCB105
PCB114
PCB118
PCB123
PCB126
PCB156
PCB157
PCB167
PCB169
PCB189

Tabel 1.I Overige organotivverbindingen

monobutyltin
dibutyltin
tetrabutyltin
monooctyltin
dioctyltin
tricyclohexyltin
tributyltin

Tabel 1.F PCBs

PCB 28
PCB 52
PCB 101
PCB 118
PCB 138
PCB 153
PCB 180

Tabel 1.G chlooranilinen

<i>monochlooranilinen</i>
2-chlooraniline
3-chlooraniline
4-chlooraniline
<i>Dichlooranilinen</i>
2,3-dichlooraniline **
2,4-dichlooraniline **
2,5-dichlooraniline **
2,6-dichlooraniline
3,4-dichlooraniline
3,5-dichlooraniline
<i>Trichlooranilinen</i>
2,3,4-trichlooraniline
2,3,5-trichlooraniline * **
2,4,5-trichlooraniline
2,4,6-trichlooraniline
3,4,5-trichlooraniline
<i>Tetrachlooranilinen</i>
2,3,4,5-tetrachlooraniline *
2,3,5,6-tetrachlooraniline

Tabel 1.H Ftalaten

dimethylftalaat
diethylftalaat
di-isobutylftalaat
dibutylftalaat
butylbenzylftalaat
dihexylftalaat
di(2-ethylhexyl)ftalaat

*niet uitgevoerd/gerapporteerd voor grondmonsters

**niet uitgevoerd/gerapporteerd voor grondwatermonsters

C Samenstellingsonderzoek Grond en TGG

C.1 Meetresultaten samenstellingsanalyses Grond (incl. TGG)

C.2 Gestandaardiseerde gehalten en toetsing (overzicht)

C.3 Certificaten samenstellingsanalyses Grond (incl. TGG)

C.4 BoToVa Toetsing grondmonsters (incl. TGG)

D Samenstellingsonderzoek toplaag Zeedijk

E Uitloogbaarheidsonderzoek grond en TGG

- E.1 Overzicht kolomproeven (grond en TGG, NEN7383 en NEN7373)**
- E.2 Resultaten kolomproeven NEN7373**
- E.3 Certificaten kolomproeven (grond en TGG, NEN7373 en NEN7383)**
- E.4 Resultaten schudproeven (grond en TGG)**

F Monitoring oppervlaktewater

F.1 Meetresultaten oppervlaktewater per meetpunt

F.2 Analysecertificaten oppervlaktewater en grondwater

Voor de weergave van de meetresultaten oppervlaktewater, gegroepeerd per monitoringsronde zie bijlage G2.

G Monitoring grondwater

G.1 Meetresultaten grondwater per meetpunt

G.2 Meetresultaten grondwater per monitoringsronde

H PFAS onderzoek Perkpolder

I Memo grasbekleding visuele inspectie