

## RAPPORT

# **Westdijk Bunschoten/Spakenburg: Toepassing Thermische Gereinigde Grond (TGG)**

Rapportage aanvullend onderzoek

Klant: Waterschap Vallei en Veluwe

Referentie: T&PBD9964R001D0.1

Versie: 0.1/Concept

Datum: 12 februari 2018

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35  
3818 EX Amersfoort  
Netherlands  
Transport & Planning  
Trade register number: 56515154

██████████ T  
██████████ F  
██████████@rhdhv.com E  
royalhaskoningdhv.com W

Titel document: Westdijk Bunschoten/Spakenburg: Toepassing Thermische Gereinigde Grond (TGG)  
Ondertitel: Westdijk-TGG  
Referentie: T&PBD9964R001D0.1  
Versie: 0.1/Concept  
Datum: 12 februari 2018  
Projectnaam: Westdijk-TGG  
Projectnummer: BD9964  
Auteur(s): ██████████

Opgesteld door: ██████████

Gecontroleerd door: ██████████

Datum/Initialen: 2018-02-08 / ██████████

Goedgekeurd door: ██████████

Datum/Initialen: 2018-02-08 / ██████████

Classificatie

Vertrouwelijk



### Disclaimer

*No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.*

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Situatie/doelstelling en leeswijzer</b>	<b>1</b>
1.1	Situatie en doelstelling	1
1.2	Leeswijzer	3
<b>2</b>	<b>De bodemsituatie (profiel dijklichaam en bodemopbouw)</b>	<b>4</b>
2.1	Ligging TGG-toepassing in het profiel	4
2.2	Dwarsprofielen/interpretatie bodemsituatie en betrouwbaarheid	4
<b>3</b>	<b>De milieuhygiënische bodemsituatie</b>	<b>6</b>
3.1	Kwaliteit TGG en effect op kwaliteit grond	6
3.1.1	Kwaliteit TGG	6
3.1.2	Effect op kwaliteit grond onder de TGG-toepassing	8
3.1.3	Conclusie bodemkwaliteit	8
3.2	Grondwateronderzoek	9
<b>4</b>	<b>Geohydrologisch onderzoek</b>	<b>11</b>
4.1	Grondwatersysteem	11
4.2	Conclusie	12
<b>5</b>	<b>Effect TGG/grondwater op oppervlaktewater sloot</b>	<b>13</b>
5.1	Metingen oppervlaktewater en slib	13
5.2	Slootproef	13
5.3	Conclusie effect op oppervlaktewater sloot	13
<b>6</b>	<b>Conclusie en vaststellen uitgangspunten</b>	<b>15</b>
6.1	Conclusie	15
6.2	Uitgangspunt ontwerp	15
<b>7</b>	<b>Toetsing maatregelen</b>	<b>16</b>
7.1	Randvoorwaarden/criteria	16
7.2	Werkproces vaststellen maatregelen	16
7.3	Toetsing maatregelen	16
7.4	Conclusie	18

## Bijlagen

1. Bodemsituatie
2. Milieuhygiënische bodemsituatie

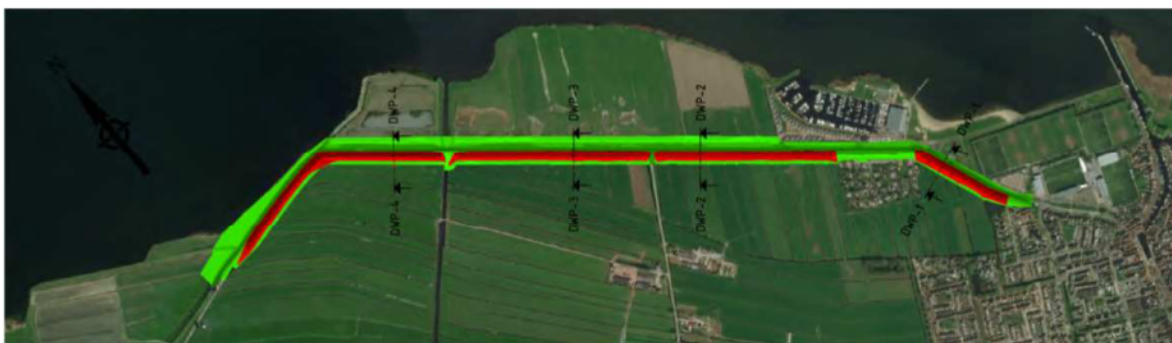


3. Geohydrologische situatie
4. Effect op oppervlaktewater

## 1 Situatie/doelstelling en leeswijzer

### 1.1 Situatie en doelstelling

Het Waterschap Vallei & Veluwe (WSVV) heeft de Westdijk in Bunschoten/Spakenburg versterkt om aan de huidige normen voor dijkveiligheid te gaan voldoen. Deze versterking is onderdeel van het hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). De dijkversterking van de Westdijk is uitgevoerd in 2016 en afgewerkt in 2017 en bestaat uit het vergroten van de binnenberm van de dijk. In de kern van de aanberming is thermisch gereinigde grond (TGG) toegepast, als bekleding is klei toegepast. Door een slappe ondergrond (mineraalarm veen) is de oorspronkelijke bodem ingeklonken waardoor de TGG-toepassing deels onder de grondwaterspiegel is komen te liggen. In figuur 1.1 is de ligging van de Westdijk (groen) met de TGG-toepassing (rood) weergegeven.



Figuur 1.1: ligging Westdijk (groen) met TGG-toepassing (rood)

De in de aanberming toegepaste TGG komt uit het thermisch productieproces van ATM in Moerdijk. De TGG is toegepast in een grootschalige bodemtoepassing (GBT). De voorwaarden voor de milieuhygiënische eisen waaraan een GBT moet voldoen zijn opgenomen in het Besluit bodemkwaliteit (Bbk) en de Regeling bodemkwaliteit (Rbk). De eisen vanuit de wetgeving zijn dat de toepassing in een GBT moet voldoen aan de maximale waarde industrie en aan de emissietoetswaarden en emissiewaarden. De afdeklaag van de GBT moet voldoen aan de omgevingskwaliteit. Voor niet genormeerde stoffen geldt de invulling van zorgplicht. Bij toepassing op landbodern voor niet genormeerde stoffen verwijst de Regeling bodemkwaliteit naar *paragraaf 2 van bijlage 6 'Richtlijn voor het omgaan met niet-genormeerde stoffen' van de Circulaire bodemsanering en voor toepassing in oppervlaktewater naar de meest recente risiconormen voor water, bodem of sediment*.

Medio 2016 zijn in de oppervlaktewater van de aanliggende sloot van de aanberming stoffen gemeten in concentraties die omgevingsvreemd zijn. Op basis hiervan heeft het Waterschap Vallei en Veluwe (initiatiefnemer en eigenaar) een bodemonderzoek laten uitvoeren door B-WARE (Biogeochemical Watermanagement & Applied Research on Ecosystems) een het onderzoekinstituut dat deel uitmaakt van de Radboud Universiteit Nijmegen.

Het onderzoek van B-WARE heeft aangetoond dat er uitwisseling plaatsvindt tussen de stoffen in de TGG en het grondwater met als gevolg dat met name de metalen molybdeen, arseen en kwik en vanadium de interventiewaarde in het grondwater overschrijden. Eveneens zijn zeer hoge concentraties gemeten voor de anionen sulfaat, bromide en chloride en de (aard)alkalimetalen natrium, kalium en calcium, daarnaast is de pH in het grondwater zeer hoog. Via het grondwater wordt het oppervlaktewater van de sloot verontreinigd. Op basis daarvan zijn conclusies getrokken over chemische en ecologische processen en effecten die nu en op termijn kunnen optreden.

Het WSVV heeft als tijdelijke beheersmaatregel de afvoer van de sloot vergroot om accumulatie van stoffen te voorkomen. Het af te voeren water wordt uitgeslagen op het randmeer waarvoor Rijkswaterstaat bevoegd gezag is.

Op basis van het onderzoeksrapport van B-WARE heeft de gemeente Bunschoten/Spakenburg als bevoegd gezag Besluit bodemkwaliteit (Bbk) geconstateerd dat er nieuwe geval van bodemverontreiniging is ontstaan en er sprake is van overtreding van artikel 13 van de Wet bodembescherming (Wbb). Op basis van artikel heeft de gemeente Bunschoten/Spakenburg het WSVV gesommeerd om maatregelen te treffen. Ook heeft het Waterschap Vallei en Veluwe als bevoegd gezag voor het oppervlaktewater aangegeven dat artikel 7 van het Bbk is overtreden en dat het verontreinigen van het oppervlaktewater zo snel mogelijk moet stoppen.

#### Artikel 13 Wet bodembescherming

*Ieder die op of in de bodem handelingen verricht als bedoeld in de artikelen 6 tot en met 11 en die weet of redelijkerwijs had kunnen vermoeden dat door die handelingen de bodem kan worden verontreinigd of aangetast, is verplicht alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs van hem kunnen worden gevergd, teneinde die verontreiniging of aantasting te voorkomen, dan wel indien die verontreiniging of aantasting zich voordoet, de verontreiniging of de aantasting en de directe gevolgen daarvan te beperken en zoveel mogelijk ongedaan te maken. Indien de verontreiniging of aantasting het gevolg is van een ongevoon voorval, worden de maatregelen onverwijld genomen.*

#### Artikel 7 Besluit bodemkwaliteit

*Degeene die bouwstoffen, grond of baggerspecie toepast en die weet of redelijkerwijs had kunnen weten dat door zijn handelen of nalaten nadelige gevolgen voor een oppervlaktewaterlichaam ontstaan of kunnen ontstaan, die niet of onvoldoende worden voorkomen of beperkt door naleving van de bij of krachtens dit besluit gestelde regels, voorkomt die gevolgen of beperkt die zoveel mogelijk voor zover voorkomen niet mogelijk is en voor zover dit redelijkerwijs van hem kan worden gevergd.*

Om een passende maatregel te kunnen ontwerpen dat voldoet aan de randvoorwaarden van artikel 13 Wbb en artikel 7 Bbk en de dijkveiligheid is meer inzicht nodig in de huidige bodemsituatie, het dijkprofiel met bodemlagen, de geohydrologie en verontreinigingssituatie van het grondwater en het oppervlaktewater inclusief omvang. Hiertoe is aanvullend onderzoek nodig, de werkzaamheden van het aanvullend onderzoek is een nadere verdieping van het B-WARE onderzoek en is één van de inputparameters voor het ontwerpen van maatregel en de technische uitwerking daarvan. Het aanvullend onderzoek bestaat uit:

- Het profiel van de bodemopbouw van het dijklichaam en de onderliggende bodemlagen. Hierin zijn alle gegevens verwerkt van voor en na de aanleg en deze zijn geïjkt met de boorprofielen. Het profiel is weergegeven in een 3D-model met 4 dwarsdoorsneden die per definitie representatief zijn voor het profiel van het hele dijklichaam. Het profiel van de bodemopbouw is nodig om de verontreinigingssituatie te begrijpen en hierop een maatregel te ontwerpen die voldoet aan de randvoorwaarden van artikel 13 Wbb, artikel 7 Bbk en de dijkveiligheid.
- De milieuhygiënische bodemsituatie met daarin de kwaliteit van de TGG-toepassing, de onderliggende grondlaag inclusief het pH-effect op het veen, de huidige grondwaterkwaliteit in de verschillende bodemlagen en de omvang daarvan, het verloop van de concentraties in de tijd en de verspreiding richting het oppervlaktewater. Deze gegevens zijn nodig om de maatregelen en het ontwerp uit te werken.
- De geohydrologische situatie inclusief de grondwaterstromingsrichtingen en het stoftransport op basis van continue en periodieke grondwatermetingen en het milieuhygiënisch onderzoek. Deze gegevens zijn nodig om te onderzoeken hoe de verontreiniging zich gedraagt.

- Het onderzoek naar het effect van de TGG-toepassing op het oppervlaktewater van de sloot. Hiermee wordt duidelijk in welke mate het oppervlaktewater beïnvloed wordt en of de tijdelijke maatregel een gewenst effect heeft.

Op basis van de uitgevoerde onderzoeken zijn de voorwaarden specifiek zijn gemaakt waaraan een maatregel of ontwerp moet voldoen vanuit artikel 13 Wbb en artikel 7 Bbk voor de situatie op de Westdijk. Deze voorwaarden zijn getoetst aan de meest kansrijke maatregelen die bepaald zijn in het voortraject. Dit rapport is de samenvatting van de vier deelonderzoeken en geeft het totaaloverzicht van de situatie ter plaatse. De totaalsituatie is de basis voor het ontwerpen van een passende maatregel en de onderbouwing van een voorkeursmaatregel.

## 1.2 Leeswijzer

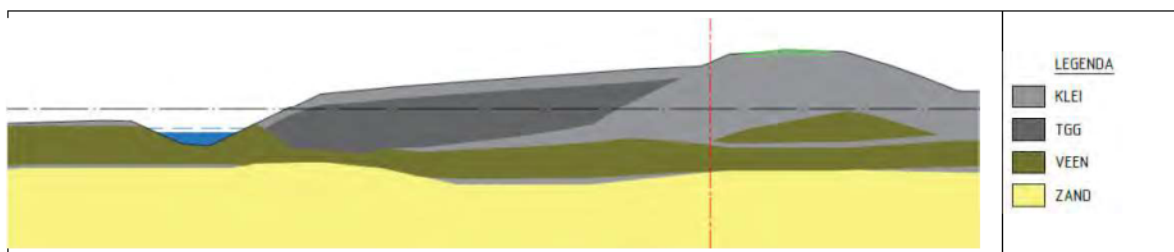
Alle vier de onderdelen hebben een sterk uiteenlopend insteek en zijn derhalve uitgewerkt in aparte deelrapporten. Dit rapport is een samenvatting van de vier onderdelen opgenomen (hoofdstuk 2, 3, 4 en 5) en geeft de onderlinge samenhang of het systeem weer (hoofdstuk 6). Inzicht in het systeem is essentieel om de uitgangspunten te onderbouwen voor de maatregelen waarmee de toepassing voldoet aan artikel 13 Wbb en artikel 7 Bbk. In hoofdstuk 7 zijn de uitgangspunten voor de te nemen maatregelen beschreven.

De deelrapportages zijn integraal opgenomen in de bijlagen.

## 2 De bodemsituatie (profiel dijklichaam en bodemopbouw)

### 2.1 Ligging TGG-toepassing in het profiel

In bijlage 1 is de rapportage van de Bodemsituatie opgenomen met daarin de het profiel van het dijklichaam en de bouw van de dijk met onderliggende bodem. In dit rapport is ook de verantwoording opgenomen in de vorm van de wijze hoe dit profiel tot stand is gekomen en welke bronnen hiervoor zijn gebruikt. In dit rapport zijn de bodemprofielen van alle meetpunten opgenomen. In figuur 2.1 is de schematisatie van het dijkprofiel met ondergrond weergegeven. In het profiel de TGG-toepassing, de voormalige sloot en het voormalige maaiveld herkenbaar.

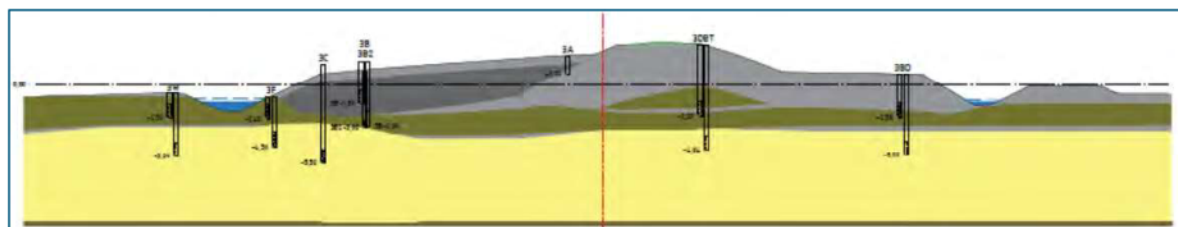


Figuur 2.1: Schematisatie profiel dijklichaam

### 2.2 Dwarsprofielen/interpretatie bodemsituatie en betrouwbaarheid

#### Dwarsprofielen en interpretatie bodemsituatie

In figuur 2.2 is het dwarsprofiel met de meetpunten weergegeven.



Figuur 2.2: Dwarsdoorsnede dijkprofiel met meetpunten

Uit de rapportage van de bodemsituatie blijkt het volgende:

- De aanberming heeft binnendijs plaatsgevonden.
- TGG-grond is toegepast in de kern als zandvervanger bij de aanberming. De TGG is duidelijk in het bodemprofiel waarneembaar.
- TGG-grond is toegepast op het kleidek (oorspronkelijke maaiveld) van de binnenberm van de dijk en het voorland. De TGG ligt ingepakt tussen het kleidek en de kleilaag van het oorspronkelijke maaiveld en op de veenlaag onder de voormalige en nu gedempte sloot.
- Er heeft bijna 2,5 meter zetting opgetreden waardoor de TGG-grond deels in het grondwater ligt. Door de zetting is de oorspronkelijke kleidek en de veenlaag verdicht en is daardoor slecht doorlatend geworden.
- Bij de aanberming is de sloot verplaatst en is de oorspronkelijke sloot onderdeel geworden van de binnenberm. In het bodemprofiel is de ligging van de voormalige sloot duidelijk waarneembaar.
- De deklaag van klei is het dikste langs de weg (0,65 m) en neemt af richting de huidige sloot tot circa 0,4 m.



- De TGG bestaat over het hele aanberming voor een groot deel uit zand met grind, het percentage grind varieert tussen de 30 en 70%. Doordat de kleine ruimtes tussen het grind wordt opgevuld door de fijnere fractie is het porievolume klein en is de doorlatendheid van de TGG is slecht.
- Onder het grootste deel van de TGG ligt klei van het voormalige maaiveld. Het bovenste deel van deze kleilaag is organisch, het onderste deel niet. De kleilaag is zeer slecht doorlatend.
- Onder de voormalige sloot staat de TGG plaatselijk in direct contact met het veen, de veenlaag is mineraal arm.
- De veenlaag onder de voormalige sloot is het meeste gezet waardoor het zeer compact is. De vezels van het mineraal arme veen zorgen voor een zeer slechte verticale doorlatendheid.
- De veenlaag in de boringen aan de slootrand (gecodeerd als F) is minder gezet en daardoor veel minder compact dan het veen ter plaatse van de voormalige sloot.

### **Betrouwbaarheid**

Er is veel recente en betrouwbare informatie beschikbaar waardoor er een betrouwbaar grondmodel opgesteld is. Daardoor is de zekerheid hoe de bodemsituatie in het grondmodel is weergegeven veel groter dan in veel andere projecten.

De beschrijving van de bodemsituatie heeft een goede betrouwbaarheid en is bruikbaar als input voor het interpreteren van het geohydrologisch en milieuhygiënisch (grondwater) onderzoek. Daarnaast is het bruikbaar voor het ontwerpen van de maatregelen.

### 3 De milieuhygiënische bodemsituatie

#### 3.1 Kwaliteit TGG en effect op kwaliteit grond

##### 3.1.1 Kwaliteit TGG

De in de aanberming toegepaste TGG komt uit het thermisch productieproces van ATM in Moerdijk. De TGG is onder certificaat geleverd. Het grondbewijs behorende bij het certificaat bevatte alleen informatie over een beperkt stoffenpakket en op basis hiervan afgeleide kwaliteitsklasse. Op het grondcertificaat is geen informatie opgenomen over andere stoffen (met name de pH en de anionen) waarmee getoetst kan worden of een toepassing wel voldoet aan de zorgplicht. Om meer inzicht te krijgen zijn er nadere onderzoeken uitgevoerd op het toegepaste materiaal in de berm van de Westdijk.

Overzicht uitgevoerde eerdere onderzoeken:

1. Partijkeuring grond, keuring ATM-zand GBT Eemdijk, Bodex Milieu BV, december 2016 en Uitloogonderzoek ATM-zand GBT Eemdijk, Bodex Milieu BV, januari 2017
2. Hunneman Milieu-advies, Nulonderzoek Dijklichaam Bunschoten
3. Terrattest: Keuring ATM-zand GBT Eemdijk, november 2016
4. Effecten van het gebruik van thermisch gereinigde grond als dijkversteving. Een effectstudie aan omgevingseffecten en veenafbraak, Rapportnummer: RP-16.128.17.32, B-Ware 2017

##### ***Ad.1) Partijkeuring grond, keuring ATM-zand GBT Eemdijk, Bodex Milieu BV, december 2016 en Uitloogonderzoek ATM-zand GBT Eemdijk, Bodex Milieu BV, januari 2017***

Er is een partijkeuring uitgevoerd op 5000 m<sup>3</sup> van de TGG-toepassing. Dit is een deel van de totaal toegepast hoeveelheid van van circa 74.000 m<sup>3</sup>. In de partijkeuring is het stoffenpakket uitgebreid ten opzichte van het stoffenpakket op het grondbewijs van de aangevoerde TGG. Het stoffenpakket is uitgebreid met arseen, chroom, de bestrijdingsmiddelen, sulfaat, fluoride, bromide, chloride, cyanide (complex en vrij) en de pH.

Uit de resultaten blijkt dat van de genormeerde stoffen zink, chroom, nikkel, a-HCH en b-HCH in bodemkwaliteitsklasse industrie vallen, de overige genormeerde stoffen voldoen aan de Achtergrondwaarden en/of klasse wonen. De niet genormeerde stoffen sulfaat, bromide, chloride en fluoride zijn niet getoetst en aan de waarden is geen oordeel gegeven. De pH is eveneens zeer hoog.

In het onderzoek voldoet de TGG aan de emissietoetswaarden en de maximale waarden kwaliteitsklasse Industrie bij toepassen op of in de landbodem (GBT) voor de genormeerde stoffen. Voor de niet genormeerde stoffen is geen invulling gegeven aan de zorgplicht en in niet bekeken welke risico's aanwezig zijn.

In dit onderzoek is vanadium niet gerapporteerd. De analysegegevens van vanadium zijn later opgevraagd en gerapporteerd onder certificaat 2017157082/1, Eurofins Analytico, 22 november 2017. Na toetsing aan de normen van het Bbk is vanadium geclassificeerd als bodemkwaliteitsklasse Industrie.

Op de monsters van de partijkeuring is uitloogonderzoek (kolomproef L/S=10 en analyse van het eluaat) uitgevoerd op de anionen. Ook in dit rapport wordt geen invulling gegeven aan de zorgplicht voor niet genormeerde stoffen met de onderstaande opmerking:

*In de rapporten wordt opgemerkt dat de analyseresultaten voor zover mogelijk zijn getoetst aan de in tabel 1 van bijlage B in de 'Regeling bodemkwaliteit' genoemde normen. De onderzochte parameters bromide, chloride, sulfaat en fluoride zijn in het Bbk echter niet genormeerd. Derhalve geeft Bodex aan dat deze*

ook niet conform het Bbk worden getoetst en over deze aanvullend geanalyseerde stoffen derhalve geen conclusies zijn te trekken.

Er zijn wel degelijk conclusies te trekken uit het uitloogonderzoek. Een kolomonderzoek geeft de uitloogbaarheid op middellange termijn (10 maal het doorspoelen van het materiaal) aan. In tabel 3.1 is zijn de gemiddelde concentraties van de anionen bij een L/S verhouding van 1:10 uitgezet tegen het gemiddelde gehalten zoals gemeten in het de samenstelling van het uitgangsmateriaal (de partijkeuring). Hieruit blijkt dat de vracht anionen (en dus ook kationen) zeer goed uitloogt. Uit de resultaten van de klomproef blijkt ook dat de pH hoog is, gemiddeld 10,2.

Tabel 3.1: overzicht uitlooggegevens en gedrag anionen

Stof	L/S	Concentratie (mg/l)	Gehalte (mg/kg ds)	%
Br	10	170	155	110%
Cl	10	620	500	124%
F	10	15	22,5	67%
SO <sub>4</sub>	10	3900	4850	80%

Uit beide bovenstaande onderzoeken blijkt dat de TGG is geclassificeerd is als bodemkwaliteitsklasse industrie voor de genormeerde stoffen. De toets aan de zorgplicht voor de niet genormeerde stoffen is nagelaten in deze rapporten. De anionen in de grond zeer sterk verhoogd zijn en komen in deze gehalten/concentraties zeker niet van nature voor. Zo overschrijdt bromide bijvoorbeeld 7,5 maal de norm voor het verwaarloosrisico niveau (VR) van 20 mg/kg ds. De gemeten concentraties van de overige anionen is ook hoog, waardoor de TGG niet voor alle bodemtoepassingen geschikt is.

#### **Ad. 2). Hunneman Milieu-advies, Nulonderzoek Dijklichaam Bunschoten**

Hunneman Milieuadvies heeft op diverse plaatsen in de aanberming TGG-monsters genomen en hiervan de emissie bepaald. Uit het onderzoek blijkt dat er een emissie is van de stoffen bromide, chloride en sulfaat. Er zijn wettelijk geen emissie-eisen vastgesteld voor deze stoffen in grond, wel in bouwstoffen. Voor grond geldt de invulling zorgplicht. Indien de emissiewaarden worden getoetst aan de emissie-eisen voor niet vormgegeven bouwstoffen dan blijkt dat bromide, chloride en sulfaat de emissie-eisen overschrijden.

#### **Ad 3). TerrAtesT: Keuring ATM-zand GBT Eemdijk, december 2016**

Er is een TerrAtesT uitgevoerd op de TGG-grond, dit is een kwalitatieve én kwantitatieve screening van meer dan 200 verbindingen. De TerrAtesT is uitgevoerd op de TGG-grond om een indicatie te krijgen welke stoffen in welke mate aanwezig zijn. De TerrAtesT heeft als nadeel dat de bepalingsgrenzen, de aantoonbaarheid van aanwezige stoffen, hoger zijn dan de meer nauwkeurige analysemethoden en vaak boven de normwaarden liggen. Het certificaat met analyseresultaten is opgenomen in bijlage 7 van het Bodex rapport. Uit de screening van de TGG-grond blijkt het volgende:


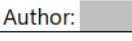
- De metalen komen overeen met het de onderzoeksresultaten van de partijkeuring, alleen is het gehalte kwik iets meer verhoogd.
- Benzeen en fenol zijn boven de bepalingsgrens gemeten en vallen in de bodemkwaliteitsklasse Industrie.
- Er zijn twee organische verbindingen gemeten net boven de bepalingsgrens, bifenyl en dibenzofuran (0,018 resp 0,01 mg/kg ds).
- De individuele stoffen van de stofgroepen chloorbenzenen, chloorfenolen, polychloorbifenylen (PCB), organochloorbestrijdingsmiddelen (OCB) en andere organische stoffen zijn niet boven de bepalingsgrens gemeten. Het is mogelijk dat deze stoffen wel aanwezig zijn in gehalten tussen de

# Summary of Comments on Microsoft Word - TPBD9964\_Westdijk-TGG\_Eindrapport\_20180208


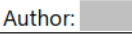
---

Page: 11

---

 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 12-2-2018 16:38:57  
mg/kg ds

zoals eerder opgemekt wordt samen stelling ook bepaald door uitloosing middels korte schudproeven.

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 12-2-2018 16:37:47

---

rapportagegrens AS3000 en de bepalingsgrens van de TerrAtesT. Zo is bijvoorbeeld in de partijkeuring wel HCH wel gemeten en deze vallen in bodemkwaliteitsklasse industrie.

**Ad. 4) Effecten van het gebruik van thermisch gereinigde grond als dijkversteving. Een effectstudie aan omgevingseffecten en veenafbraak, Rapportnummer: RP-16.128.17.32, B-Ware 2017.**

In het onderzoeksrapport van B-Ware zijn in de bijlagen 4 (resultaten) en 8 (toetsingen) de onderzoeksgegevens van de TGG-toepassing (geduid als ATM) opgenomen. Het onderzoek geeft een goed beeld van de verontreinigingssituatie. Het onderzoek heeft zich met name gericht op metalen en anionen en (aard) alkalimetalen. Uit het onderzoek blijkt dat de TGG hogere uitwisselbare sulfaat-, natrium-, kalium-, chloride-, bromide- en calciumconcentraties bevat. Daarnaast is de pH in de TGG opvallend hoog (pH 10,0-11,5) en zijn er verhoogde gehalten ten opzichte van de achtergrondwaarde aangetroffen van (zware) metalen waaronder cadmium, chroom, koper, lood, barium, molybdeen, nikkel, vanadium, tin en zink. In de genomen TGG monsters is er een overschrijding van de emissietoetswaarde voor de elementen V, Pb, Zn. Met name de uitspoelbare fracties van sulfaat, natrium en in mindere mate chloride, calcium, kalium en bromide zijn erg hoog, bij het eerste waterextract spoelt grofweg 70% van al het sulfaat en natrium uit. In het grondwater overschrijden arseen, molybdeen, vanadium en kwik de interventiewaarden en overschrijden vrijwel alle genoemde stoffen de streefwaarde.

### 3.1.2 Effect op kwaliteit grond onder de TGG-toepassing

De TGG is toegepast op het oorspronkelijke maaiveld van klei en daaronder veenlaag als in de voormalige sloot met een veenbodem. In het onderzoeksrapport van B-Ware zijn in de bijlagen 4 (resultaten) en 8 (toetsingen) de onderzoeksgegevens van de bodem direct onder de TGG-toepassing opgenomen. Hieruit blijkt het volgende:

- De interventiewaarde is niet overschreden in de bodemlaag direct onder de TGG-toepassing.
- De bodem onder de toepassing is maximaal bodemkwaliteitsklasse Industrie. Vergelijk met de bodemkwaliteitsklasse op het referentietransect dan zijn de meetwaarden vergelijkbaar.
- De meetwaarden van sulfaat en de overige anionen in de bodemlaag direct onder de TGG-toepassing zijn vergelijkbaar met de meetwaarden op het referentietransect. Waarbij de kleilaag onder de TGG een veel lagere gehalten heeft dan de (contactloze) veenlaag daaronder.
- De metalen in de klei en veenlaag onder de TGG-toepassing in de transecten 1 t/m 4 zijn vergelijkbaar met transect 5.
- Uit de analyses blijkt dat de veenlaag in deze regio van nature al hoge sulfaatgehalten bevat, alleen logen deze niet uit.
- Het effect van de hoge zuurgraad op de veenlaag is onderzocht met een kolomproef. Uit deze metingen blijkt dat de meetresultaten niet te interpreteren zijn vanwege de complexiteit van interactie tussen de sulfaat- en koolstofcyclus. Anders gezegd: een negatief effect is niet vastgesteld in de periode van toepassing tot heden.

### 3.1.3 Conclusie bodemkwaliteit

Uit de onderzoeksgegevens van de bodemkwaliteit blijkt het volgende:

- De TGG-grond van de partijkeuring is geclassificeerd als bodemkwaliteitsklasse Industrie op basis van de genormeerde stoffen. Uit de aanvullende onderzoeksgegevens blijkt dat de grond ook stoffen bevat die niet op het grondbewijs zijn aangegeven (chroom, vanadium, benzeen, fenol en HCH). Uit de partijkeuring blijkt tevens dat de niet genormeerde stoffen (anionen en kationen) in zeer hoge gehalten aanwezig zijn, ook heeft de TGG een hoge pH. Hiervoor geldt de invulling van de zorgplicht.

- Vanuit de TGG vindt uitloging plaats naar het grondwater en oppervlaktewater van de anionen/kationen, fenol en diverse metalen.
- Onderzoek van de grond onder de TGG-toepassing, het oorspronkelijke maaiveld, geeft geen indicatie dat deze verontreinigd is door de TGG-toepassing. De gemeten gehalten zijn vergelijkbaar met de gemeten gehalten in het referentietransect (bijlage 4 en 8).
- Conclusie is dat de grond stoffen uit de TGG spoelen en deze wel een effect hebben op de kwaliteit van de omgeving waardoor het zorgplichtartikel van de Wbb en het Bbk van toepassing is.
- Het effect van de hoge zuurgraad op de veenlaag is onderzocht met een kolomproef. Uit deze metingen blijkt dat de meetresultaten niet te interpreteren zijn vanwege de complexiteit van interactie tussen de sulfaat- en koolstofcyclus. Anders gezegd: een negatief effect is niet vastgesteld in de periode van toepassing tot heden.

### 3.2 Grondwateronderzoek


Om de ontstane verontreiniging aanpakken is inzicht nodig in de aard en omvang (horizontaal en verticaal) van de grondwaterverontreiniging en het grondwatersysteem. Deze informatie is één van de inputparameters voor het ontwerpen van een maatregel dat voldoet aan de randvoorwaarden uit de Wet bodembescherming (artikel 13) en Besluit bodemkwaliteit (artikel 7).

Uit het grondwateronderzoek blijkt het volgende:


- Het analysepakket dat gebruikt is om de kritische parameters vast te stellen en te volgen in de meetronden is dekkend.
- In het dijklichaam met TGG staat grondwater tot ongeveer 1,6 meter boven het polderpeil. In deze bodemlaag zijn de hoogste concentraties aan stoffen gemeten. De kritische stoffen zijn de metalen molybdeen, kwik, vanadium, seleen en <sup>2</sup>arseen, de anionen (sulfaat, chloride, bromide) en de (aard)alkalimetalen (natrium, kalium, calcium).
  - Van de stoffen met een normwaarde overschrijdt molybdeen altijd de interventiewaarde op alle vier de meetpunten in het dijklichaam met TGG. Plaatselijk en in de tijd overschrijden ook arseen, vanadium, seleen en <sup>4</sup>kwik de interventiewaarde in het dijklichaam met TGG. De streefwaarde is voor meerdere stoffen overschreden.
  - Van de niet genormeerde stoffen (anionen en (aard)alkalimetalen) zijn de concentraties erg hoog.
  - In deze bodemlaag is de pH (11-12) en de Ec hoog.
- Direct onder TGG-toepassing zijn in de kleilaag geen afwijkende waarden ten opzichte van de directe omgeving gemeten, in de veenlaag direct onder en naast de TGG-toepassing (ter plaatse van de voormalige sloot en de overloop naar de huidige sloot) wel. Voor de veenlaag geldt het volgende:
  - Na herstel van de peilbuizen met lekstroom zijn geen interventiewaarden overschrijdingen meer gemeten (alleen meetpunt 1B is niet hersteld en geeft afwijkende meetwaarden). Wel zijn de streefwaarden van diverse metalen, fenol, benzeen en cyanide overschreden.
  - Van de niet genormeerde stoffen (anionen en (aard)alkalimetalen) zijn de concentraties hoger dan in de directe omgeving maar veel lager dan in het TGG/grondwater.
  - De pH van 6-7 wijkt niet substantieel af als op de meetpunten in de directe omgeving. De Ec is wel substantieel hoger.
- Alleen in de zandlaag onder de voormalige sloot zijn plaatselijk zeer geringe afwijkende waarde gemeten. In de zandlaag op de overige meetpunten niet.
- Op de meetpunten in het TGG/grondwater zijn gemeten concentraties vergelijkbaar in de tijd wat duidt op een evenwichtige uitwisseling van stoffen, een hoge contacttijd en een lage




---

 Number: 1 Author: [redacted] Subject: Notitie Date: 12-2-2018 16:41:46  
antimoon invoegen


---

 Number: 2 Author: [redacted] Subject: Markering Date: 12-2-2018 16:41:22

---

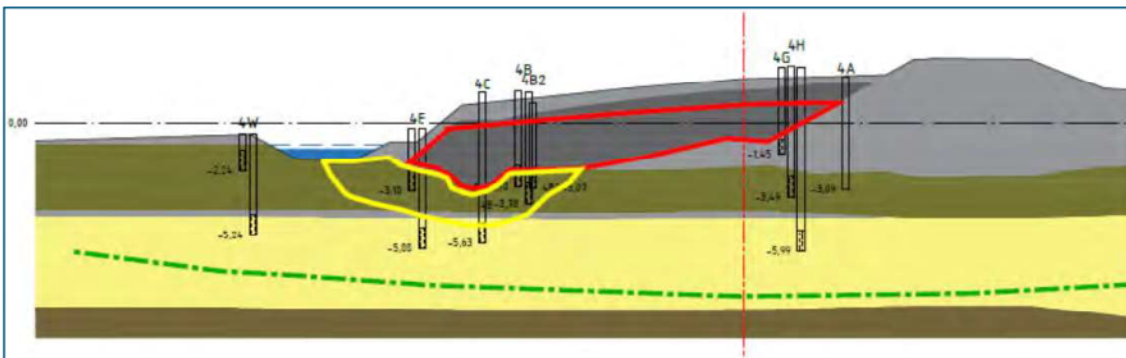
 Number: 3 Author: [redacted] Subject: Notitie Date: 12-2-2018 16:42:00  
antimoon invoegen

---

 Number: 4 Author: [redacted] Subject: Markering Date: 12-2-2018 16:41:48

doorlatendheid. In veenlaag direct onder de TGG (ter plaatse van de voormalige sloot) is een vergelijkbaar beeld, wel fluctueren de meetwaarden meer.

- Voor het vaststellen van de omvang (horizontaal en verticaal) zijn alleen de meetwaarden van de stof bromide bruikbaar omdat bromide omdat deze lage en stabiele achtergrondwaarden heeft, geen retardatie en geen kation is dat uitwisselt met klei of veenlagen (CEC). De overige meetwaarden dienen om het verontreinigingsbeeld te verifiëren. Hetzelfde geldt voor het vaststellen van het verloop in concentratie in de tijd (trend).
- Door de bijzondere bodemopbouw van het dijklichaam en grondwatergedrag (kwel en beheerst polderpeil) is de verticale omvang van de verontreiniging beperkt tot de voormalige sloot en de huidige sloot, waarbij de dikte van de veenlaag bepalend is of er ook verhogingen in de zandlaag gemeten worden.
- Ruimtelijk of horizontaal beperkt de omvang zicht van rand sloot van de weiland en de rand van de TGG-toepassing in de aanberming, zie figuur 3.2.



Figuur 3.2: Principeschets bromideverontreiniging

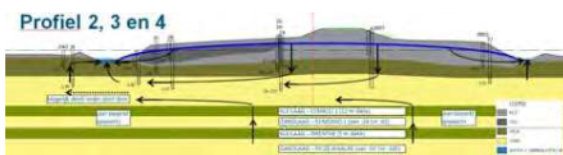
- Rood = hoge concentraties 1200-1800 mg/l
- Geel = middelhoge concentraties 25-530 mg/l
- Groen = lage concentraties < 10 mg/l



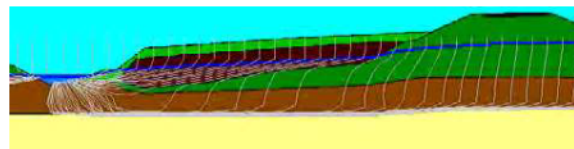
## 4 Geohydrologisch onderzoek

### 4.1 Grondwatersysteem

Om het systeem van verspreiding te begrijpen en daarmee een maatregel te ontwerpen is het gedrag van het grondwater inzichtelijk gemaakt. Hiervoor periodieke en continue metingen van de grondwaterstanden uitgevoerd gedurende heel 2017. Met deze gegevens is de grondwaterstroming ter plaatse van de vier dwarsprofielen bepaald en dit is geverifieerd in een grondwatermodel. In het deelrapport geohydrologie is het onderzoek beschreven. De resultaten van het onderzoek zijn in de twee onderstaande figuren (4.1 en 4.2) weergegeven.



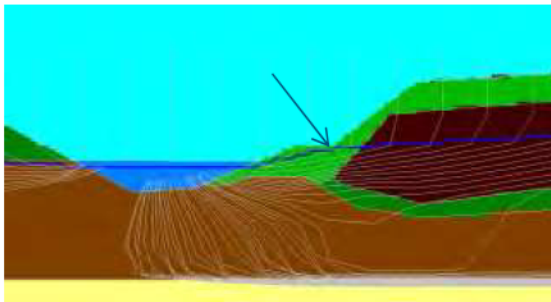
Figuur 4.1: principeprofiel grondwaterstroming



Figuur 4.2: gemodelleerd profiel grondwaterstroming

Uit het geohydrologisch onderzoek blijkt het volgende:

- Het grondwater in het dijklichaam staat ongeveer 1,6 meter hoger als het polderpeil in de sloot.
- Het grondwater staat zo hoog in de dijk vanwege de aanvoer van hemelwater en de slechte doorlatendheid van het materiaal, TGG, de kleilaag en de (mineraal arme) veenlaag. De veenlaag is 2,5 meter gezet tijdens het aanbrengen van de TGG waardoor de vezels compact zijn geworden en een slechte verticale doorlatendheid hebben.
- Bij de overgang talud/sloot is de waterdruk van het dijklichaam het hoogst. Dit blijkt ook uit het grondwatermodel. In figuur 4.3 is de waterdruk in de TGG aangegeven ten opzichte van het niveau van het oppervlaktewater in de sloot. Dit wordt bevestigd door het gebrek aan groei van gras en visueel waarneembare lekkage uit het talud ter plaatse van de overgang (figuur 4.4).



Figuur 4.3: profiel met waterdruk op overloop



Figuur 4.4: foto met lekkage uit talud aanberming

- Door de kwel en het beheerste polderpeil stroomt het grondwater richting naar de polder.
- Het grondwater uit de TGG stroomt schuin af richting de voormalige sloot en infiltreert in de veenlaag en zeer gering via in de kleilaag waarna het met het grondwater mengt dat richting de polder stroomt en door kwel uitkomt in de sloot.

## 4.2 Conclusie

De TGG-is aangebracht en afgedekt. Vanaf eind 2016 is een balans ontstaan tussen infiltrerend hemelwater en afvoerend grondwater waardoor het grondwaterniveau stabiel is. Voor de huidige situatie op de Westdijk geldt dat het hemelwater wordt afgevoerd via het grondwater ter plaatse van de overgang naar de sloot en in veel mindere mate via het talud ter plaatse van de overloop / via de klei- en veenlaag onder de TGG-toepassing.

## 5 Effect TGG/grondwater op oppervlaktewater sloot

### 5.1 Metingen oppervlaktewater en slib

Vanaf begin 2016 zijn er metingen van het oppervlaktewater gedaan op zes meetpunten in de teensloot langs de aanberming met TGG en aanliggende sloten. Deze meetpunten zijn door het WSVV zelf bemonsterd. Naar mate er meer inzicht gekregen is in de verontreinigingssituatie zijn stoffen aan het analysepakket toegevoegd.

Op alle meetpunten fluctueren de concentraties licht. Behalve op het meetpunt 888 (OT3) nabij transect 4 (hoek Westdijk/Eemdijk), op dit meetpunt fluctueren de gemeten waarden sterker, waarbij bromide sterk afwijkt. Dit deel van de teensloot wordt minder intensief doorgespoeld dan het overige deel van de teensloot.

Nabij de transecten is ook de waterbodem onderzocht in diverse stadia van de onderzoeken. Uit het onderzoek van de kwaliteit van het slib ter plaatse van de vier transecten blijkt dat er maar een zeer klein deel van het slib op de vaste waterbodem ligt, het overgrote deel van het slib wordt vastgehouden door de grote hoeveelheid waterplanten. Uit de toetsing van de slibmonsters blijkt dat op de transecten 1, 2 en 3 het slib is geclassificeerd als altijd toepasbaar. Op het meetpunt van transect 4 is het slib geclassificeerd als kwaliteitsklasse A door de stoffen molybdeen en kwik. Op alle vier de transecten zijn de anionen in hoge concentraties aanwezig.

### 5.2 Slootproef

Er is een slootproef gestart in november 2017. Hierbij is een deel van de teensloot afgedamd om de mate van het “opladen” van het oppervlaktewater en het slib in de sloot in de tijd te meten. De mate van opladen zegt iets over het effect van het verontreinigde grondwater uit de TGG-toepassing op het oppervlaktewater en het slib in de sloot. De resultaten van de slootproef zijn één van de inputparameters voor het definiëren van de uitgangspunten voor het ontwerpen van de maatregel. De slootproef is uitgevoerd op een deel van transect 4 omdat wij verwachten dat de meetwaarden van het oppervlaktewater langs dit deel van de aanberming het meeste inzicht geven. In het afgedamde deel zijn drie vaste meetpunten gemaakt waar de oppervlaktewater en de slibmonsters zijn genomen.

De slootproef is in januari 2018 afgerond en hieruit blijkt het volgende:



- De stoffen die ook in de TGG aanwezig zijn, zijn ook aanwezig in het oppervlaktewater en het slib.
- Bij de stof bromide is het verloop in concentratie van het oppervlaktewater in een periode van 0-5-15 dagen gemiddeld over de drie meetpunten 20-43-82 µg/l en in het slib is het verloop op de drie meetpunten 322-920 µg/l.
- Ook bij de overige stoffen is een duidelijke verhoging van de meetwaarden te zien.
- Dat betekent dat het oppervlaktewater en het slib in de sloot duidelijk in kwaliteit achteruit gaat indien er niet doorgespoeld wordt.
- De mate waarin de kwaliteit achteruit gaat per tijdseenheid is afhankelijk van de hoeveelheid neerslag dat via de TGG en het grondwater in het oppervlaktewater terecht komt.



### 5.3 Conclusie effect op oppervlaktewater sloot



Uit de metingen van het oppervlaktewater en de slootproef blijkt dat de concentraties stoffen duidelijk hoger zijn dan in de omliggende sloten. Er een duidelijk effect te meten. De TGG/grondwater beïnvloed de kwaliteit van het oppervlaktewater negatief.

---



 Number: 1 Author:  Subject: Notitie Date: 12-2-2018 16:57:17  
nogmaals deze getallen komen niet overeen met de slootproef I ronde 4 ontbreekt nog?  
niet ug/l maar mg/l!!

zou Mo in ug/l en sulfaatin mg /l ook toevoegen



---

 Number: 2 Author:  Subject: Markering Date: 12-2-2018 16:52:24

---

 Number: 3 Author:  Subject: Notitie Date: 12-2-2018 16:57:39  
??? of mg/kg ds

---

 Number: 4 Author:  Subject: Markering Date: 12-2-2018 16:57:19

---

Uit het oppervlaktewateronderzoek blijkt dat de stoffen die in de TGG aanwezig zijn, ook gemeten zijn in het oppervlaktewater van de monitoring en de slootproef. Het oppervlaktewater wordt aantoonbaar beïnvloed door de aanwezigheid van de TGG-toepassing.

Indien het oppervlaktewater in de sloot stil staat lopen de concentraties op. Over de mate waarin is niet een exact getal te geven, immers is dit ook afhankelijk van de waterdruk in het dijklichaam en dit is weer afhankelijk van de hoeveelheid neerslag. De tijdelijke maatregel van doorspoelen zorgt ervoor dat de concentraties in de sloot niet zo hoog oplopen dat er directe risico's aanwezig zijn, aandachtspunt is bromide.

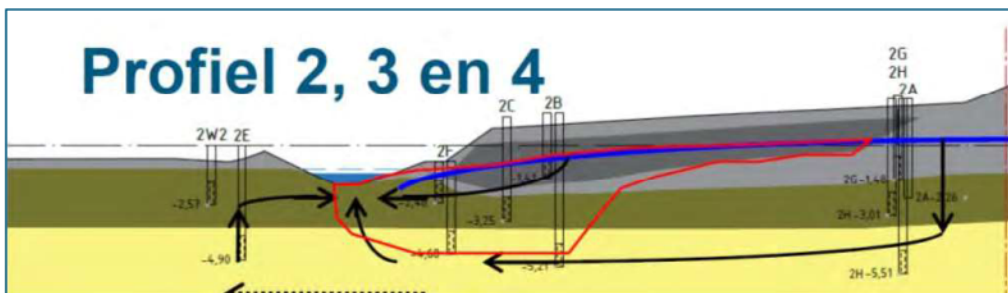
Het oppervlaktewateronderzoek bevestigt de beelden die uit de andere onderzoeken komen.

## 6 Conclusie en vaststellen uitgangspunten

### 6.1 Conclusie

Uit de relatie tussen het grondwateronderzoek en de geohydrologie blijkt dat de verontreiniging zich bevindt in de TGG/grondwater en dat er alleen verspreiding plaatsvindt ter plaatse van de voormalige sloot. Door de samenstelling van de bodem (klei en gezette veenlaag) en het gedrag van het grondwater is de contour van de verontreiniging stabiel en fungeert de sloot als afvoer van de verontreiniging. De sloot fungeert als een soort drain voor de afvoer van de verontreiniging. Hiermee is voorkomen dat de verontreiniging zich verdere in horizontale of verticale richting verspreidt.

Ruimtelijk of horizontaal beperkt de omvang zicht van rand sloot van de weiland en de rand van de TGG-toepassing in de aanberming, zie figuur 6.1.



Figuur 6.1: Situatie grondwaterverontreiniging

### 6.2 Uitgangspunt ontwerp

Het uitgangspunt bij het ontwerpen van een maatregel is het voorkomen dat het grondwater uit de TGG naar het onder gelegen grondwater stroomt en daarmee de kwaliteit van het oppervlaktewater negatief beïnvloed.

## 7 Toetsing maatregelen

### 7.1 Randvoorwaarden/criteria

De randvoorwaarden voor het ontwerpen van maatregelen zijn opgenomen in artikel 13 Wbb en artikel 7 Bbk. Door de situatie met de aanberming met TGG is er een verontreiniging ontstaan Dit houdt in dat het verplicht is de verontreiniging of de aantasting en de directe gevolgen daarvan te beperken en zoveel mogelijk ongedaan te maken en alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs van hem kunnen worden geveerd om verontreiniging of aantasting te voorkomen.

De criteria voor het ontwerpen van een maatregel zijn:

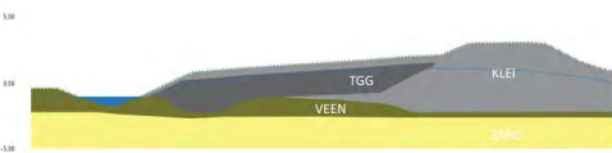
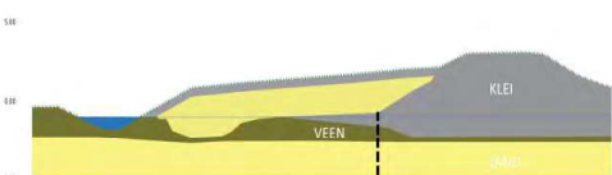
1. Beperken van de huidige verontreiniging/aantasting binnen redelijkheid.
2. De verontreiniging zoveel mogelijk ongedaan maken binnen redelijkheid.
3. Voorkomen van de directe gevolgen en deze gevolgen te beperken binnen redelijkheid.

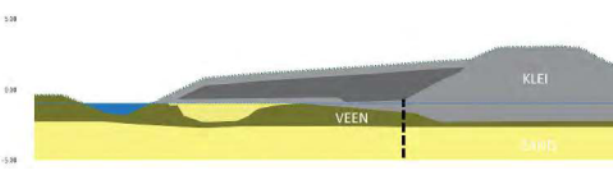
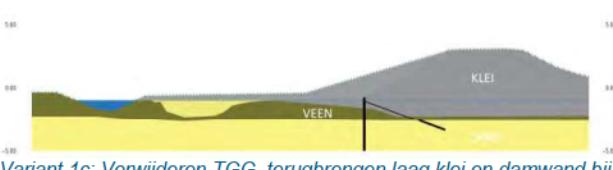
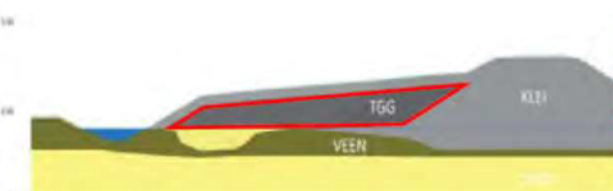
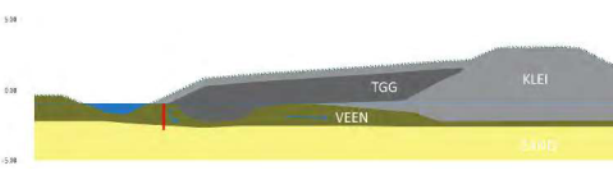
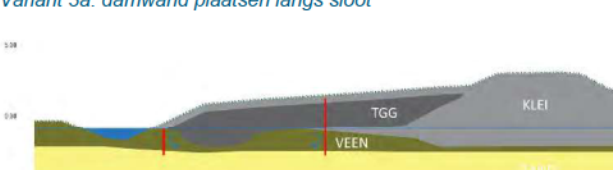
### 7.2 Werkproces vaststellen maatregelen

Voor het vaststellen van de maatregelen is voorafgaande de onderzoeken een proces doorlopen om alle maatregelen te inventariseren en deze te toetsen op haalbaarheid op de randvoorwaarde dijkveiligheid. Met de randvoorwaarden uit het aanvullend onderzoek zijn deze maatregelen getoetst aan de wettelijke randvoorwaarden.

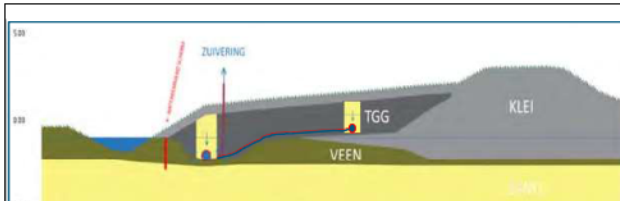
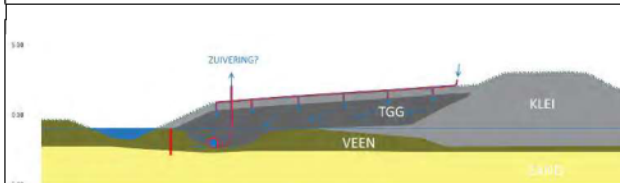
### 7.3 Toetsing maatregelen

Uit het werkproces zijn diverse maatregelen naar voren gekomen die getoetst moeten worden aan de randvoorwaarden uit de wetgeving. Per maatregel is aangegeven of deze wel/niet voldoet aan de toetsingscriteria zoals opgenomen in artikel 13 Wbb en artikel 7 Bbk. De maatregelen die voldoen worden meegenomen in het werkproces tot een keuze van de uiteindelijke maatregel.

 <p>Doorspoelen met inlaatwater uit de Eem</p> <p>Variant 0: Huidige doorspoelsysteem Handhaven/verbeteren Variant 0b: Bestaande teensloot verbreden Variant 0c: Dubbele waterhuishouding aanleggen (functiescheiding)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De TGG is getoetst als grootschalige bodemtoepassing (GBT) voldoet voor de genormeerde stoffen aan de normwaarden van deze toepassing. De bodem onder de toepassing is niet verontreinigd. De TGG bevat hoge gehalten anionen en de pH is hoog. Deze zijn niet genormeerd en hierop is de zorgplicht van toepassing. De huidige grondwaterverontreiniging wordt in stand gehouden.</li> <li>2. Transport van verontreiniging naar het grondwater en het oppervlaktewater blijft gehandhaafd.</li> </ol> <p>Conclusie: deze varianten voldoen <b>niet</b> aan zorgplicht bodem en oppervlaktewater</p>
 <p>Variant 1a (TGG volledig ontgraven en vervangen)</p> <p>Door gezette ondergrond hoeft er minder zand terug: <u>44.000 m<sup>3</sup> i.p.v. 75.000 m<sup>3</sup></u>. De bovenliggende klei wordt hergebruikt. Er komt een lagere berm.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De TGG wordt verwijderd en daarmee is de bron van de grondwaterverontreiniging weggenomen.</li> <li>2. Bij het verwijderen van de TGG dient het grondwater in de TGG en daaronder te worden verwijderd door bemaling. De huidige grondwaterverontreiniging in de onderliggende bodem wordt bij de bemaling voor het verwijderen van de TGG verwijderd.</li> <li>3. Transport van verontreiniging naar het grondwater en het oppervlaktewater wordt voorkomen omdat de TGG is verwijderd.</li> </ol> <p>Conclusie: deze maatregel voldoet aan zorgplicht bodem en oppervlaktewater</p>

 <p>Variant 1b: Deels verwijderen en inpakken met klei</p>	<p>Deze variant heeft als doel om alleen TGG aan te brengen in de droge zone. Uit het aanvullend onderzoek is gebleken dat de natte zone bijna de gehele zone TGG blijkt te zijn, het freatisch grondwater ligt hoog in de dijk. Dit onder meer omdat de veenlaag zeer slecht doorlatend is. Deze variant voldoet daarom niet omdat klei niet waterdicht is. De TGG blijft verzadigd met grondwater.</p> <p>Conclusie: deze maatregel voldoet <b>niet</b> aan zorgplicht bodem en oppervlaktewater</p>
 <p>Variant 1c: Verwijderen TGG, terugbrengen laag klei en damwand bij binnenteen</p> <p>Er wordt minder grond aangebracht om transport te beperken. Er is een constructie nodig om de berm stabiel te houden (damwand, 9 m lang)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De TGG wordt verwijderd en daarmee is de bron van de grondwaterverontreiniging weggenomen.</li> <li>2. Bij het verwijderen van de TGG dient het grondwater in de TGG en daaronder te worden verwijderd door bemaling. De huidige grondwaterverontreiniging in de onderliggende bodem wordt bij de bemaling voor het verwijderen van de TGG verwijderd.</li> <li>3. Transport van verontreiniging naar het grondwater en het oppervlaktewater wordt voorkomen omdat de TGG is verwijderd.</li> </ol> <p>Conclusie: deze maatregel voldoet aan zorgplicht bodem en oppervlaktewater</p>
 <p>Variant 2b: inpakken van de TGG en verwijderen TGG uit oude teensloot</p> <p>Bij afsluiten is zowel afsluiting aan de bovenzijde als onderzijde noodzakelijk. Indringend hemelwater aan de bovenzijde verzadigt de TGG met freatisch grondwater en zorgt voor uitspoeling naar het oppervlaktewater. Bij inpakken is tevens een afsluiting aan de bovenzijde en drainagemat onder de vegetatie nodig. Er is blijvende monitoring nodig. Deels moet TGG worden afgevoerd..</p>	<p>Bij opsluiting van TGG in afgesloten folie zal voorkomen dat er hemel- en grondwater in het dijklichaam terecht komt waardoor het verontreinigen van het grondwater en oppervlaktewater wordt voorkomen. Bij het inpakken zal eerst de TGG volledig ontgraven moeten worden en daarna ingepakt terug gebracht worden.</p> <p>Conclusie: deze maatregel voldoet aan zorgplicht bodem en oppervlaktewater</p>
 <p>Variant 3a: damwand plaatsen langs sloot</p>  <p>Variant 3b damwand plaatsen langs sloot en tussen droge en natte zone</p> <p>Maatregelen bedoeld om uitspoeling naar sloot te voorkomen</p>	<p>Door de hoge freatische grondwaterstand zal de damwand geplaatst moeten worden tot bovenaan insteek talud. Daarbij moet de damwand worden voorzien van waterdicht folie.</p> <p>Echter: het grondwater blijft verontreinigd. Het risico van uitspoeling van verontreinigd grondwater naar diepere lagen (door veenlagen) neemt toe. Daarbij zal er sprake zijn van verdere stijging van freatisch grondwater en dus hogere waterdruk naar onderzijde.</p> <p>Conclusie: deze varianten voldoen <b>niet</b> aan zorgplicht bodem en oppervlaktewater</p>



 <p><i>Variant 4a (Drain aanbrengen)</i> Het vrijkomende TGG uit de drainsleuven wordt afgevoerd. Er liggen 2 drains in lengterichting die onderliggend verbonden zijn. De TGG wordt zo droog mogelijk gehouden met een onderbemaling, hiermee is er geen waterdruk meer naar diepere grondwater en oppervlaktewater, en dus ook geen verdere verspreiding. Bij aanleg wordt al het verontreinigd grondwater weggepompt en gezuiverd. Het vrijkomende water wordt gescheiden gehouden en (tijdelijk) gezuiverd. Er is monitoring nodig die naar mate de tijd verstrijkt extensiever kan zijn (risico neemt steeds meer af in de tijd). Dit komt omdat inkomend hemelwater telkens door de TGG spoelt en gecontroleerd wordt afgevoerd, de concentraties in de TGG nemen hierdoor af.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De TGG is getoetst als grootschalige bodemtoepassing (GBT) voldoet voor de genormeerde stoffen aan de normwaarden van deze toepassing. De bodem onder de toepassing is niet verontreinigd. De TGG bevat hoge gehalten anionen en de pH is hoog. Deze zijn niet genormeerd en hierop is de zorgplicht van toepassing.</li> <li>2. Wel blijft de bron voor grondwaterverontreiniging gehandhaafd.</li> <li>3. De huidige grondwaterverontreiniging in de TGG en in de onderliggende bodem wordt door de drain bij de bemaling verwijderd.</li> <li>4. Transport van verontreiniging naar het grondwater en het oppervlaktewater wordt voorkomen omdat de waterdruk in de TGG sterk wordt verlaagd en wordt beheerst. Het verontreinigde water wordt afgevangen in de drain. Mogelijk is het nodig om een tweede drain hoger in de aanberming aan te brengen.</li> </ol> <p><i>Conclusie: deze maatregel voldoet aan zorgplicht bodem en oppervlaktewater</i></p>
 <p><i>Variant 5a In situ reinigen door middel van infiltratie</i></p>	<p>Probleem bij versneld reinigen TGG zijn de grote hoeveelheden water die hiervoor benodigd zijn. Dit geeft hoge piekkrachten op de teensloot en dit kan niet zonder vergunningen van het waterschap en Rijkswaterstaat. Daarbij is de noodzaak afwezig om versneld te reinigen; dit geeft immers een groter negatief effect op oppervlaktewater.</p> <p><i>NB: In de uiteindelijke geohydrologische situatie blijkt dat in variant 4a (drainage) bij droogpompen aanvulling plaatsvindt vanuit onderliggend grondwater en hemelwater. Dit zorgt ervoor dat deze variant geen meerwaarde heeft ten opzichte van drainage (4a).</i></p> <p><i>Gezien de tijdelijke hoge piekkrachten is dit niet een gewenste situatie die niet voldoet aan de zorgplicht.</i></p>
<p><i>Variant 5b In situ reinigen door middel van water opzetten</i></p>	

## 7.4 Conclusie

Uit de toetsing van de maatregelen aan de randvoorwaarden van artikel 13 Wbb/artikel 7 Bbk blijkt dat bij het volledig verwijderen van de TGG, het volledig inpakken en het aanleggen van een drain wordt voldaan aan de randvoorwaarden. Daarmee zijn dit de maatregelen waaruit gekozen kan worden.

Bij alle maatregelen zijn er onderdelen die in overleg met omgeving en bevoegde gezagen nader moeten worden bepaald om de exacte definitieve maatregel vast te kunnen stellen. Dit zijn onder andere:

- De tijdelijke bemaling van de TGG in alle maatregelen en het afvoeren van ongeveer 22.000 m<sup>3</sup> het verontreinigd grondwater.
- De eventuele stort- of toepassingslocatie van de vrijkomende TGG, bij alle varianten wordt er TGG in meerdere of mindere mate afgevoerd.
- De omvang van een eventueel benodigde zuivering in combinatie met de verwachte effecten op het Eemmeer.
- De totale tijdsduur die benodigd is voor het uitvoeren van de maatregel.
- De algehele technische uitvoerbaarheid, waaronder robuustheid van de oplossing, totale levensduurkosten en transportroutes.



- De maatschappelijke kosten en baten van de oplossingen.

Deze onderwerpen zijn momenteel onderdeel van een nadere studie, deze studie maakt geen onderdeel uit van deze rapportage.

## **Bijlage**

### **1. Bodemsituatie**

Bijlagerapport

## **Bijlage**

### **2. Milieuhygiënische bodemsituatie**

Bijlagerapport

## **Bijlage**

### **3. Geohydrologische situatie**

Bijlagerapport

## **Bijlage**

### **4. Effect op oppervlaktewater**

Bijlagerapport

