

Memo

Aan

Rijkswaterstaat

Datum

24 april 2018

Kenmerk11200482-000-GEO-0012-
jpbm**Aantal pagina's**

13

Van

[REDACTED]

Doorkiesnummer

[REDACTED]

E-mail

[REDACTED]@deltares.nl

Onderwerp

Managementsamenvatting milieukundigonderzoek TGG Perkpolder

1 Inleiding

In het project Natuurcompensatie Perkpolder is een nieuwe zeedijk aangelegd bij Perkpolder (gemeente Hulst, Zeeuws-Vlaanderen). In een deel van deze nieuwe zeedijk is in de kern thermisch gereinigde grond¹ (TGG) gebruikt. De TGG is afgedekt met een laag klei.

De grondslag voor het gebruik van TGG is een productcertificaat geweest. Een productcertificaat is een erkend bewijsmiddel onder het Besluit bodemkwaliteit (Bbk). Het Bbk is het wettelijke kader voor de toepassing en hergebruik van grond, baggerspecie en bouwstoffen. TGG wordt binnen het Bbk aangemerkt als 'grond'². Het productcertificaat is opgesteld en afgegeven aan ATM³ door SGS-Intron⁴ voor de toepassing van TGG als ophooggrond. Op grond van het productcertificaat mocht de TGG onder de werking van het Bbk als ophoogmateriaal toegepast worden in de nieuwe dijk. Daartoe diende tijdens de uitvoering van elke 10.000 ton⁵ de milieuhygiënische kwaliteit te worden onderzocht. Naast de milieukundige beoordeling zijn bovendien geotechnische analyses op het materiaal uitgevoerd door het bedrijf Fugro, waarop het ontwerp is gebaseerd.

Na aanleg van de dijk is in het kader van de zorgplicht door Rijkswaterstaat (RWS) verkennend onderzoek uitgevoerd. Deltares heeft dit onderzoek uitgevoerd in 2015 (Deltares, 2016b). Dit verkennende onderzoek is uitgevoerd op materiaal zoals het is toegepast⁶. Het onderzoek liet een hoge pH zien. Met pH wordt de zuurgraad uitgedrukt. In de TGG werden ook ongebluste kalk en sulfaat aangetroffen in een verhoogde concentratie vergeleken met gewone grond.

¹ Verontreinigde grond kan gereinigd worden door behandeling bij een hoge temperatuur. Allerlei verontreinigende stoffen dampen daarbij uit en worden verbrand. Wat over blijft is thermisch gereinigde grond (TGG), dat vaker als ophoogmateriaal bij civiele werken wordt toegepast.

² In de Nota van Toelichting bij het Besluit bodemkwaliteit staat over TGG: "Gereinigde grond betreft grond die wordt ontdaan van zijn verontreinigingen en is na die behandeling uiteraard gewoon nog grond" (Rijksoverheid, 2007).

³ ATM staat voor Afval Terminal Moerdijk, de producent van de TGG.

⁴ SGS-Intron is een erkende certificeringsinstelling.

⁵ Conform BRL SIKB 9335, Protocol 9335-2; een gestandaardiseerde meetmethode.

⁶ Er was nog materiaal over en beschikbaar voor nader onderzoek.

Deze bevindingen gaven aanleiding voor aanvullend onderzoek op het gebied van geotechnische eigenschappen (treedt er verkitting op?), milieuhygiënische effecten (loogt er materiaal uit naar de omgeving?) en blootstelling tijdens de aanleg. In opdracht van RWS heeft Deltares werkzaamheden verricht betreffende de eerste twee aspecten. Het RIVM voert in opdracht van RWS het gezondheidkundig onderzoek uit. De resultaten van het milieukundig onderzoek van Deltares worden daarvoor gebruikt.

In deze notitie is een samenvatting gegeven van de milieukundige werkzaamheden die tot dusverre zijn uitgevoerd door Deltares. Het gaat daarbij onder andere over de resultaten van onderzoek naar de samenstelling van de TGG, de ondergrond, de uitloogbaarheid van de TGG, de samenstelling van grond- en oppervlaktewater. Bij het onderzoek naar het grondwater is gekeken naar de stroming en de samenstelling van het grondwater. Bovendien is ingegaan op de risico's verbonden aan de aanwezigheid van de TGG.

2 Opzet van het onderzoek

2.1 Algemeen

Het onderzoek is gefaseerd opgezet. De reden is dat er aanvankelijk onvoldoende informatie beschikbaar was om het als één geheel uit te voeren. De keuze is gemaakt om eerst langs een meetraai (A1-A2) loodrecht op de dijk in wat meer detail te meten. Aanvullend zijn vervolgens nog drie meetraaien (B t/m D) gekozen. De opzet van het onderzoek bestaat totaal uit zeven onderdelen. Het gaat daarbij om het vaststellen van:

1. Omstandigheden in het gebied.
2. Stoffen die zijn aangetroffen in de omgeving – historie (vòòr aanleg van de dijk).
3. Stoffen die zijn aangetroffen in de TGG en de ondergrond.
4. Uitloogbaarheid van stoffen die zijn aangetroffen in de TGG.
5. De grondwaterstroming.
6. Stoffen die zijn aangetroffen in het grondwater en het oppervlaktewater (de kwelsloot en het natuurgebied).
7. De risico's verbonden aan de aanwezigheid van de TGG.

2.2 Onderzoekslocaties

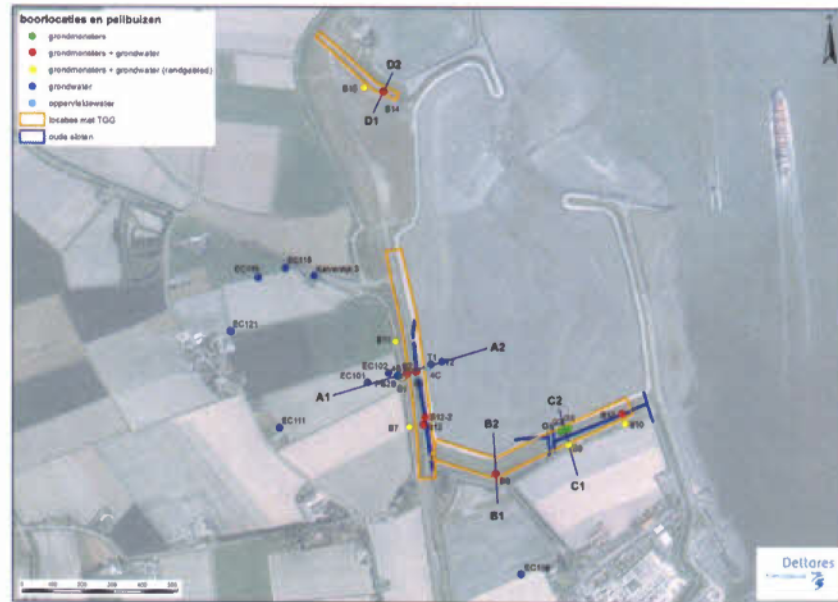
De grondmonsters zijn afkomstig van boringen. De boringen zijn uitgevoerd op locaties in een aantal raaien loodrecht op de lengteas van de zeedijk van het nieuwe buitendijkse natuurgebied⁷ (Figuur 2.1), op de plekken waar geofysisch onderzoek⁸ voorzien is, en naast de kwelsloot. De grondwatermonsters zijn genomen uit de peilbuizen die geplaatst zijn in de boorgaten en uit al aanwezige peilbuizen in de omgeving. Wat het grondwater betreft, zijn totaal zeven 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 2.1. Dezelfde figuur bevat ook de ligging van een viertal 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.

⁷ Langs meetraai D staat slechts een boring en bij meetraai B zijn de twee nabijgelegen boringen meegenomen.

⁸ Aardwetenschappelijk onderzoek voornamelijk gericht op mogelijke verkitting van de ondergrond.

Vervolgens zijn peilbuizen geplaatst in de boorgaten. Uit deze peilbuizen en de peilbuizen die al in het gebied aanwezig zijn, zijn (en worden nog) grondwatermonsters genomen.



Figuur 2.1 *Indicatieve ligging van de zeedijk waar de TGG is toegepast, de ligging van de vier meetraaien A t/m D en de ligging van de verschillende locaties waar de grond, het oppervlaktewater en het grondwater is bemonsterd*

3 Bevindingen

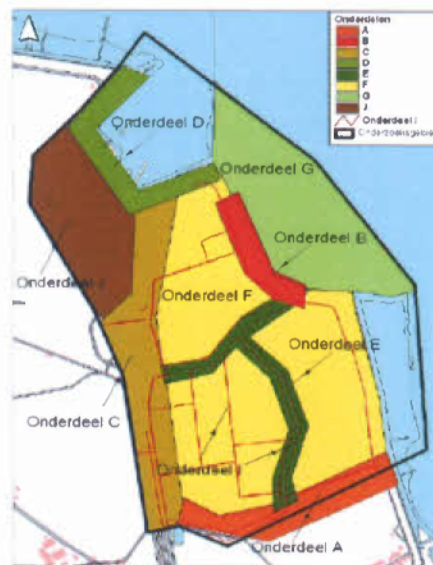
3.1 Omstandigheden in het gebied

Het gebied bestaat uit de oude veerhaven van het veer Kruijningen – Perkpolder, en een nieuw aangelegd buitendijks natuurgebied dat in verbinding staat met het open water van de Westerschelde. Ten zuiden van de oude veerhaven is buitendijks een natuurgebied aangelegd door een deel van de oorspronkelijke bodem af te graven. De Westerschelde is een getijwater en het nieuw aangelegde gebied overstroomt twee maal per dag met zout water (Figuur 3.1).



Figuur 3.1 *Ligging van het gebied van de oude veerhaven en het buitendijkse natuurgebied.*

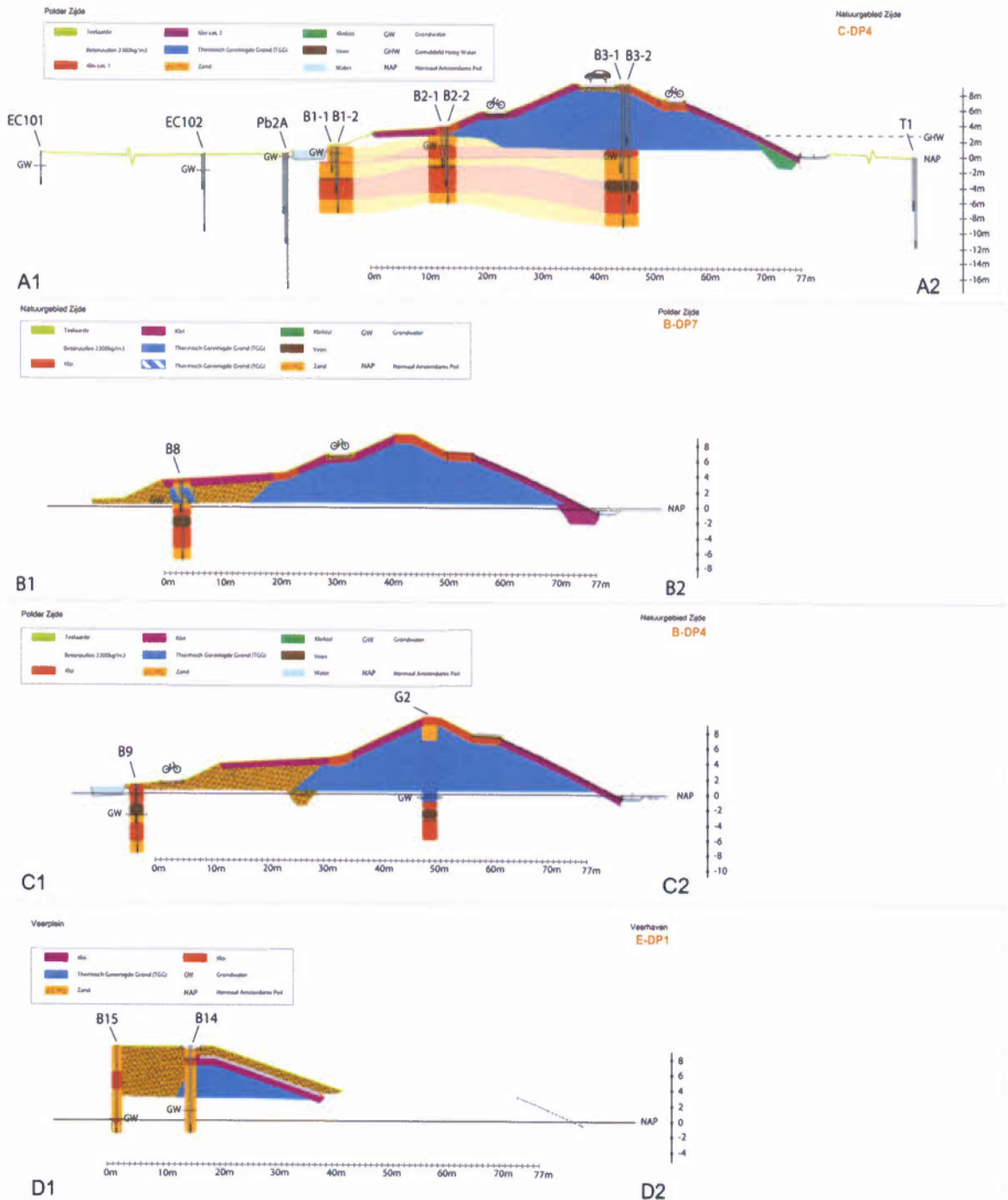
In het projectplan voor de ontwikkeling van het buitendijks gelegen natuurgebied zijn verschillende deelgebieden onderscheiden (Figuur 3.2). Aan de binnenzijde van het nieuw aangelegde natuurgebied moest een nieuwe zeedijk (primaire kering) worden aangelegd. TGG is gebruikt als kernmateriaal in deze nieuwe zeedijk en afgedekt met een kleilaag conform de richtlijnen die horen bij een grootschalige bodemtoepassing. De dijkvakken waarin TGG is toegepast, liggen in de Deelgebieden A, C en D (Grontmij, 2008).



Figuur 3.2 Onderscheid van het projectplan in verschillende deelgebieden (Grontmij, 2008). De Deelgebieden A, C en D zijn dijkvakken waarin TGG is toegepast

De ondergrond van het gebied bestaat uit een afwisseling van zand en klei. Uit de boringen die genomen zijn langs de meetlijn is een schematisatie van de bodemlagen in de ondergrond afgeleid. Daarbij is onder de TGG, waarschijnlijk onder een groot gebied waarin de TGG is toegepast, een ondiepe kleilaag te zien, die slecht doorlatend is. De schematisatie van de opbouw van de ondergrond is weergegeven in Figuur 3.3. Ter hoogte van Pb2A, liggende langs meetraai A1-A2, vindt grondwateronttrekking plaats als onderdeel van het kwelscherm om de indringing van zoutwater tegen te gaan en daarmee de ontwikkeling van de zoetwaterlenzen voor de landbouw te bevorderen (zie verder § 3.5). Het kwelscherm is aanwezig over de gehele lengte van de deelgebieden A en C waar de TGG is toegepast.

Als zandlagen in de ondergrond in contact staan met de Westerschelde dan zal de getijdewerking zichtbaar zijn in de peilbuizen die in deze laag staan. De aanwezigheid van de kleilaag in de ondergrond kan echter effect hebben op de doorwerking van het getij op de ondiep geplaatste peilbuizen want de klei is veel minder doorlatend dan het zand.



Figuur 3.3

Schematische weergave van de dijk en de ondergrond. De diepte en de lengte van de peilfilters gelegen langs de meetraai A1-A2, B1-B2 en C1-C2 en D1-D2 zijn opgenomen. De direct naast elkaar gelegen peilfilters staan echter dicht bij elkaar dan op de figuur is weergegeven. B14 en B15 zijn beide op de meetraai D1-D2 weergegeven, hoewel ze niet in één lijn staan

3.2 Stoffen die in de omgeving zijn aangetroffen - historie

Ter voorbereiding van de planontwikkeling van het gebied in de Perkpolder is onderzoek uitgevoerd. Het onderzoek is verdeeld over de verschillende deelgebieden (Figuur 3.2) (Grontmij, 2008)⁹. Kijkende naar de dijktrajecten waarin TGG is toegepast (Figuur 2.1), gaat de interesse specifiek uit naar de Deelgebieden A, C en D (Figuur 3.2). In het rapport van de Grontmij zijn alleen voor de Deelgebieden C en D resultaten van milieukundig onderzoek beschikbaar.

Binnen het Deelgebied C zijn voor enkele stoffen (minerale olie en PAKs) lichte overschrijdingen van de achtergrondwaarde¹⁰ waargenomen. Ook binnen Deelgebied D zijn voor enkele stoffen (nikkel en zink) lichte overschrijdingen van de achtergrondwaarde waargenomen. Gebaseerd op Besluit Bodemkwaliteit (Staatscourant, 2016) kan echter worden gesteld dat met de gemeten gehalten de bodem voldoet aan de voorwaarden voor duurzame bodemkwaliteit.

In een verkennend bodemonderzoek (Witteveen+Bos, 2008), uitgevoerd ter plaatse van het Veerplein, is in een enkel mengmonster een verhoogd gehalte aan PAKs aangetroffen.

3.3 Stoffen die zijn aangetroffen in de TGG en de ondergrond

Het pakket aan stoffen waar nu onderzoek naar is uitgevoerd, is uitgebreider dan het pakket dat onderzocht is ter voorbereiding van de planontwikkeling voorafgaand aan de aanleg (Grontmij, 2008). Het pakket is uitgebreid om te kunnen beoordelen of stoffen die mogelijk in het TGG aanwezig zijn naar de ondergrond zijn uitgelooft.

De resultaten van het onderzoek laten het volgende zien. In de grondmonsters genomen van de TGG zijn veel stoffen 'niet' aangetroffen of slechts in geringe gehalten. Deze geringe gehalten vallen dan binnen de norm die geldt voor een duurzaam bodemgebruik onder het Bbk. Op verschillende plaatsen in de TGG zijn stoffen aangetroffen met hogere gehalten¹¹.

3.3.1 Categorie metalen

Voor de categorie metalen gaat het daarbij om barium, chroom, kwik, lood, nikkel, vanadium en zink. De gevonden gehalten van deze metalen variëren sterk. Dit wordt gedeeltelijk verklaard doordat – in tegenstelling tot de mengmonsters die gebruikt worden bij keuring van partijen grond bij de aanleg (per 10.000 ton) - in dit onderzoek naar effecten van de TGG, individuele monsters op karakteristieke locaties zijn beproefd om zo precies mogelijk variaties en trends daarin te kunnen waarnemen. Het gevolg is een grotere variatie in gemeten gehalten.

⁹ In het rapport van de Grontmij wordt overigens gesproken over 'onderdelen' in plaats van 'deelgebieden'.

¹⁰ Achtergrondwaarden geven het niveau aan waarbij gesproken wordt van een duurzame bodemkwaliteit. De achtergrondwaarden voor grond zijn vastgesteld op basis van gehalten aan stoffen, zoals die voorkomen in de bodem van natuur- en landbouwgronden in Nederland die niet zijn belast door lokale verontreinigingsbronnen. Grond die voldoet aan de achtergrondwaarde is duurzaam geschikt voor elk bodemgebruik en wordt aangeduid als schone of niet verontreinigde grond.

¹¹ Dat betekent dat het gehalte hoger is dan de achtergrondwaarde of de waarde die hoort bij de bodemgebruiksklasse wonen. Waar geen achtergrondwaarde is vastgesteld, gaat het om stoffen waarvan de concentraties hoger zijn dan in grond gebruikelijk is. Dat betekent overigens niet direct dat toepassing niet is toegestaan. Toepassing heeft hier plaatsgevonden als Grootschalige Bodem Toepassing (GBT), waarbij voor een aantal stoffen hogere gehalten zijn toegestaan.



Datum
24 april 2018

Ons kenmerk
11200482-000-GEO-0012-
jppjm

Pagina
7/13

De aangetroffen gehalten zijn vergeleken met de normering zoals die in Nederland wordt gehanteerd in het Bbk. Voor de categorie metalen blijkt dat voor die stoffen waar een interventiewaarde¹² voor is afgegeven, op enkele plekken chroom en nikkel in de TGG zijn aangetroffen met een gehalte boven de interventiewaarde¹³. De resultaten van de analyses laten verder zien dat ook bij deze stoffen over een korte afstand al sprake is van grote verschillen in gemeten waarde. Of bij deze stoffen vervolgens ook sprake is van verspreiding naar het grondwater in de omgeving is onderwerp van verdere analyse. De verspreiding hangt niet alleen af van de individueel gemeten waardes van de TGG maar ook van de gemiddelde waardes die in het gebied worden aangetroffen. Bovendien hangt verspreiding af van de uitloogbaarheid van stoffen vanuit de TGG wanneer het contact met water komt.

3.3.2 Categorie anionen, organische verbindingen en pH

Op verschillende plaatsen in de TGG zijn stoffen aangetroffen met gehalten boven de achtergrondwaarde. Bij de categorie anionen gaat het om bromide en sulfaat. Bromide is in verhoogde gehalten aangetroffen in de TGG; in vrijwel alle monsters is het gehalte boven het "verwaarloosbaar risico"-niveau van 20 mg/kg en in het grootste gedeelte van de monsters boven de 100 mg/kg.ds. In contact met water lost bromide goed op en dus loogt bromide volledig uit als het door het grondwater wordt meegevoerd. Ook sulfaat is in verhoogde gehalten aanwezig in de TGG. Sulfaat lost ook goed op in water, is mobiel en loogt in dit milieu ook grotendeels uit. Sulfaat- en bromideconcentraties variëren sterk in het gebied, omdat beide belangrijke componenten zijn van zeewater.

Bij de categorie organische verbindingen gaat het om toluene. Dit is vreemd te noemen omdat het gaat om thermisch gereinigde grond waarbij vluchtige stoffen zoals toluene als eerste uit de grond verdwijnen tijdens het reinigingsproces. Ook diverse andere organische stoffen worden in (lagere) concentraties in de TGG aangetroffen, waarvan verwacht zou mogen worden dat ze in het reinigingsproces zouden zijn verwijderd.

Voor zowel de categorie anionen als organische verbindingen zijn geen stoffen aangetroffen boven de interventiewaarde.

De pH is een maat voor de zuurgraad en in de monsters genomen van de TGG is de pH (ongeveer 9,5) hoger dan van de monsters die genomen zijn in de omliggende grond (variërend tussen 6,5 en 8,5). De waarde 9,5 duidt op een basisch bodemmilieu en wijkt dus af van normale grond. Grond direct onder de TGG heeft een normale pH, en ook de pH in het grondwater is niet verhoogd. Daarmee zijn geen ecologische effecten te verwachten buiten de TGG.

3.4 Uitloogbaarheid van stoffen die zijn aangetroffen in de TGG

De TGG ligt grotendeels boven de grondwaterspiegel, maar de TGG staat wel in contact met het bodemvocht in de onverzadigde zone. Infiltrerend regenwater kan stoffen uitlogen uit de TGG en verspreiden. De TGG ligt grotendeels boven het grondwater en daardoor is de mate van uitspoeling beperkter dan als de TGG volledig in het grondwater zou liggen. Pas als de TGG onder de grondwaterspiegel terecht komt, bijvoorbeeld bij extreem hoge zee- en

¹² Bij overschrijding van de interventiewaarde is sprake van een potentiële, ernstige vermindering van de functionele eigenschappen die de bodem voor mens, plant of dier heeft.

¹³ In paragraaf 3.7 wordt ingegaan op de gevolgen van een dergelijke overschrijding.

grondwaterstanden, vindt de maximale verspreiding van opgeloste stoffen plaats. Het langsstromende grondwater zorgt dan voor de verspreiding.

Uitloogonderzoek is verricht op enkele monsters genomen uit de TGG. Het onderzoek is uitgevoerd conform NEN7373 (uitloogonderzoek in zeven stappen) (NEN, 2004a) en NEN7383 (uitloogonderzoek in twee stappen) (NEN, 2004b). Het onderzoek is vrijwel volledig afgerond en daarmee kunnen onderstaande opmerkingen worden gemaakt over de uitloogbaarheid.

3.4.1 Metalen

Uitloging van barium is beperkt en is circa 50 maal lager dan de maximaal toegestane waarde voor niet-vormgegeven bouwstoffen¹⁴. Uitloging van metalen leidt tot emissies ver beneden de toegestane waarden. Kortom, voor de metalen kan geconcludeerd worden dat de uitloogbaarheid beperkt is.

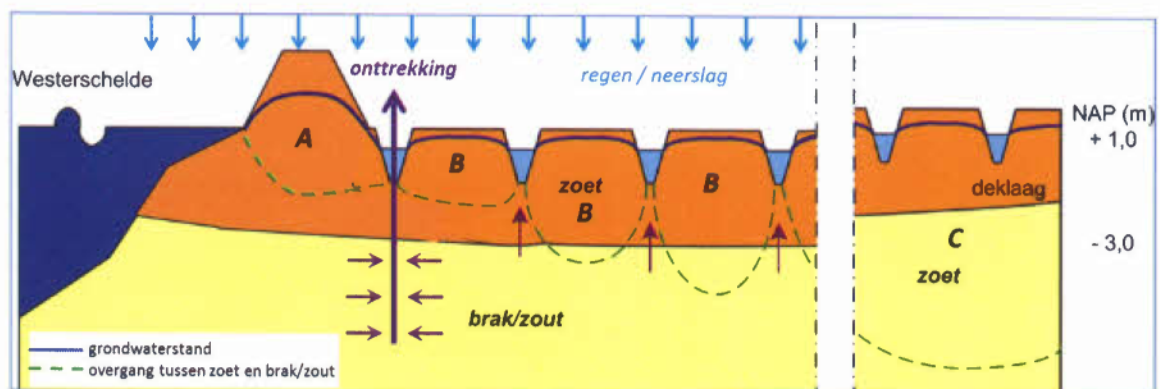
3.4.2 Anionen, organische verbindingen en pH

Van de categorie anionen lossen bromide en sulfaat goed op in water. Beide stoffen zijn mobiel en logen volledig uit als deze stoffen in contact komen met water.

Van de categorie organische verbindingen lossen PAKs en PCBs slecht op in water en zijn weinig mobiel. Van de categorie organische verbindingen lost toluen het beste op en is de meest mobiele verbinding.

De hoge pH is gebufferd door de aanwezigheid van calcium, dat ook in relatief hoge concentraties is aangetroffen. De hoge pH is een van de redenen dat de uitloging van diverse metalen beperkt is. De meeste metalen spoelen namelijk uit bij een lage pH.

3.5 Grondwaterstroming



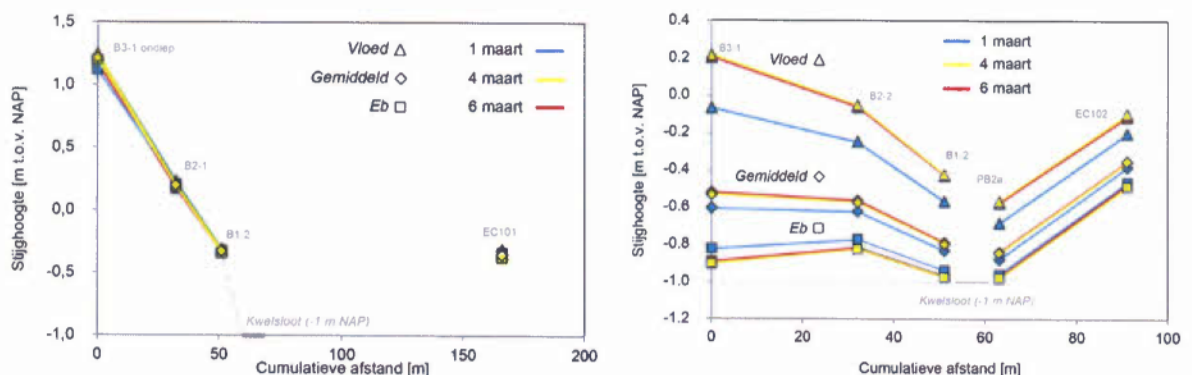
Figuur 3.4 Een impressie van een bodemopbouw met de aanwezigheid van zoetwaterlenzen en een zoetwaterbel in de ondergrond (Witteveen+Bos, 2010). A en B zijn zoetwaterlenzen waarvan A in de dijk ligt. C is een zoetwaterbel. De groene stippellijn is de grens tussen zoet en zout. De onttrekking wordt via het oppervlakte water afgevoerd

Het gebied wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van zogenaamde zoetwaterlenzen. Het aanwezige zoetwater is lichter dan het zoute water en drijft op het diepere zoute grondwater omdat zoet- en zout water slecht mengen. Door de zoetwaterlens is reguliere landbouw in het

¹⁴ Voor GBT toepassingen bestaat geen maximumwaarde.

gebied mogelijk. Regenwater is zoet en als het op de zeedijk en binnendijks in de polder valt, sijpelt regenwater in de ondergrond en zorgt voor aanvulling van de zoetwaterlenzen. Een sterk vereenvoudigde schematische weergave is te vinden in Figuur 3.4. De ondergrond van de deklaag is opgebouwd uit een afwisseling van zand, klei en veen (Figuur 3.3).

In de ondergrond zijn vanaf de Westerschelde meerdere zoetwaterlenzen te onderscheiden (Figuur 3.4). De eerste lens (A) bevindt zich in de ondergrond van de dijk en de tweede (B) in polder daarachter. Het indringende zoute grondwater wordt afgevangen in de poldersloten, maar ook via een grote onttrekking¹⁵ die als onderdeel van een zogenoemd kwelscherm is geïnstalleerd. De onttrekking zorgt dat de waterdruk in de ondergrond in het zoute grondwater afneemt, waardoor de zoetwaterlenzen zich zo groot mogelijk kunnen ontwikkelen (Deltares, 2016a). De onttrektingsput Pb2A is onderdeel van het kwelscherm (zie Figuur 3.3). Het indringende zoute grondwater afkomstig van de Westerschelde stroomt als het ware langs de onderkant van de zoetwaterbel die aanwezig is in de ondergrond van de zeedijk. Het gevolg is dat de zoetwaterlens in de ondergrond van de zeedijk niet in verbinding staat met de zoetwaterlenzen in de polder en dus zal er geen transport van eventuele verontreinigingen uit de TGG in het dijklichaam naar de polder plaatsvinden. Op grotere afstand van de Westerschelde is de 'zoetwaterlens' uitgegroeid tot een 'zoetwaterbel' (C) die meerdere poldersloten overspant.



Figuur 3.5 Stijghoogtes in de ondiepe (links) en diepere (rechts) zandige laag over meetraai A1-A2 en de variatie over verschillende dagen

Het geohydrologische onderzoek is uitgevoerd om informatie te krijgen over de stromingsrichting van het grondwater. Het onderzoek is uitgevoerd met continue stijghoogtemetingen. Wanneer het kwelsysteem aanstaat en er dus zout grondwater wordt onttrokken dan laat het onderzoek over de meetraai A1-A2 het volgende zien (Figuur 3.5):

- Het grondwater in de diepere zandige laag wordt sterk beïnvloed door het getij. De betreffende zandlaag loopt dan vermoedelijk door tot aan de Westerschelde.
- Het grondwater in de ondiepe zandige laag wordt nauwelijks beïnvloed door het getij en dat komt ongetwijfeld door de aanwezigheid van kleilagen in de ondiepe ondergrond.
- De stijghoogtes van het grondwater in de ondiepe zandige laag zijn hoger dan in de diepere zandige laag wat duidt op infiltratie.

¹⁵ Het zoute grondwater wordt via een pompinstallatie opgepompt uit de bodem en geloosd op de kwelsloot.

- In beide zandige lagen is de grondwaterstroming in de ondergrond van de dijk in de richting van het natuurgebied en kwelt op in de kwelsloot.

Het feit dat de grondwaterstroming in de diepere zandige laag wel beïnvloed wordt door het getij en in de ondiepe laag niet, duidt op de aanwezigheid van een slecht doorlatende laag tussen beide zandlagen. Deze slecht doorlatende laag functioneert dan als een scheidende (klei)laag en de neerwaartse verticale stroming (infiltratie) zal dan ook gering zijn. De dominante stroming van het grondwater in beide zandlagen is in de richting van het natuurgebied. Ook vanuit het landbouwgebied is de grondwaterstroming in de richting van het natuurgebied. Het grondwater stroomt vervolgens naar de kwelsloot.

3.6 Stoffen die aangetroffen zijn in grond- en oppervlaktewater

Voor het onderzoek naar de samenstelling van het grondwater zijn peilbuizen geplaatst. De locaties van de peilbuizen zijn weergegeven in Figuur 2.1. Een aantal peilbuizen staan min of meer in een rechte lijn loodrecht op de zeedijk (meetraai). Grondwatermonsters zijn onttrokken aan de peilbuizen.

Van iedere meetraai is een verticale schematisatie van de ondergrond gemaakt (Figuur 3.3). In het dwarsprofiel van de zeedijk is de opbouw van de ondergrond weergegeven ter plaatse van de peilbuizen. Bovendien is de diepteligging van de filters van de peilbuizen weergegeven. In de schematisatie van de meetraai A1-A2, staat de kwelsloot aangegeven. De kwelsloot ligt naast de onttrekkingsput (Pb2A) die onderdeel uitmaakt van het kwelscherm waarmee zout grondwater wordt onttrokken. Deze onttrekking zorgt ervoor dat er een zoetwaterbel kan ontstaan in het landbouwgebied. Ook het oppervlaktewater van de kwelsloot is bemonsterd.

In de grondwatermonsters zijn op enkele plaatsen gehalten boven de achtergrondwaarden gemeten voor enkele metalen (arsen, barium, kwik, nikkel, lood en zink). Dat geldt ook voor de anionen (sulfaat en bromide) en de organische verbindingen (tolueen en naftaleen).

De aangetroffen gehalten zijn vergeleken met de normering zoals die in Nederland wordt gehanteerd (Staatscourant, 2013). Voor de categorie metalen blijkt dat voor die stoffen waar een interventiewaarde voor is afgegeven, enkele stoffen in het grondwater zijn aangetroffen met een gehalte overeenkomend met de interventiewaarde (arsen) of daarboven (barium¹⁶, kwik en lood). Voor arsen, kwik en lood geldt dat het in één monster is aangetroffen in een van de monitoringrondes. Opvallend is dat in de andere rondes deze stoffen niet, of niet in een hoge concentratie zijn waargenomen. Kortom, wellicht dat de hoge waarneming een gevolg is van beïnvloeding tijdens plaatsing van de peilbuis of berust op een meetfout. Barium daarentegen is consistent hoog.

Voor de categorie anionen (sulfaat en bromide) zijn geen normen afgegeven in het grondwater. Opgemerkt kan worden dat de gehalten voor natrium en sulfaat die zijn waargenomen, toenemen met de diepte. Dit wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van zout grondwater in de ondergrond. Van bromide is wel vastgesteld dat uitloging plaatsvindt vanuit de TGG naar het eerste watervoerende pakket. De bromide-concentratie is niet gewijzigd in de andere kwetsbare objecten zoals de kwelsloot, het tweede watervoerende pakket en in de ondergrond

¹⁶ Voor barium is geen interventiewaarde afgegeven en gaat het formeel om een INEV (een indicatieve waarde voor een ernstige verontreiniging).

van het landbouwgebied. In zout water, aanwezig in de kwelsloot en het tweede watervoerende pakket, is bromide overigens een normaal voorkomende component.

Voor de categorie organische verbindingen zijn op enkele locaties voor PAKs en PCBs gehalten aangetroffen die liggen boven de interventiewaarden. Een van deze locaties is B14 op de dijk bij de oude Veerhaven. Op deze locatie wordt ook naftaleen aangetroffen. Gezien deze locatie is een historische verontreiniging niet uit te sluiten. Toluene wordt op meerdere plaatsen in meetbare gehalten aangetroffen, maar nergens boven de streefwaarde.

De pH van het grondwater ligt in alle grondwatermonsters tussen de 6,5 en de 7,5. Gezien de gemeten gehalten is dus sprake van een neutrale situatie zoals van nature voorkomt in de ondergrond.

De kwelsloot ligt nabij de teen van de dijk in de buurt van peilbuizen waar bromide is aangetroffen in het grondwater. Het ligt dan 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. Geconcludeerd kan dan 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.

3.7 Risico's verbonden aan de aanwezigheid van de TGG

Als de interventiewaarde wordt overschreden ontstaat in principe een saneringsplicht. Of er op korte termijn al maatregelen moeten worden getroffen, moet vervolgens worden bepaald in een nader onderzoek en hangt af van het locatie specifieke risico. Drie risico's worden daarbij onderscheiden; *het ecologische risico*, *het humane risico* en *het verspreidingsrisico*. Het ecologische risico kan worden uitgelegd als het risico dat flora (waaronder de vegetatie) en fauna (de dieren) lopen. Het humane risico gaat over het risico dat de mens loopt.

Voor de beoordeling van *het ecologische en het humane risico* is het van belang dat de TGG is afgedekt met een laag grond. Deze laag is juist ook bedoeld om de contactmogelijkheden nagenoeg onmogelijk te maken. De laag moet dan zo dik zijn dat de wortels van het gras op de dijk de TGG niet kan bereiken en dus niet in staat zijn om eventuele stoffen vanuit de TGG op te nemen. Met de huidige begroeiing is dat het geval. De dikte van de laag belemmert dieren als konijnen om, via het graven van holen, in contact te komen met de TGG. Ook de contactmogelijkheden van mensen met TGG zijn nagenoeg onmogelijk door de aanwezigheid van de afdeklaag. *De ecologische en humane risico's* kunnen bij normaal gebruik dan ook als verwaarloosbaar klein worden beschouwd. Het RIVM zal een verdere uitspraak doen over het humane risico op basis van de door Deltares uitgevoerde analyses.

Het verspreidingsrisico gaat in op de verspreidingspaden (bijvoorbeeld via het grondwater) die aanwezig zijn om opgeloste stoffen naar kwetsbare objecten (bijvoorbeeld landbouwgrond of oppervlaktewater, maar ook aanwezige watervoerende pakketten) te transporteren. Daarbij spelen meerdere aspecten een rol. In de TGG zijn stoffen waargenomen die van oorsprong niet in een bodemmilieu thuishoren. Voor een paar stoffen is op enkele locaties de interventiewaarde overschreden. We spreken dan van een potentieel verspreidingsrisico. In hoeverre verspreiding optreedt, is mede afhankelijk van de uitloogbaarheid van dergelijke stoffen vanuit de TGG en de hoeveelheid water dat in contact komt met de TGG. De waargenomen gehalten in het grondwater wijzen tot dusver niet op verspreiding van

schadelijke stoffen vanuit de TGG naar binnendijs gebied of naar dieper liggende grondlagen onder de dijk. Bovendien zal een eventuele verspreiding van dergelijke gemeten gehalten vermoedelijk beperkt blijven tot de directe omgeving van de locatie waar de TGG is toegepast. Het onderzoek dat op dit moment nog wordt uitgevoerd zal daarover verder uitsluitel geven.

De conceptuele benadering van de verspreiding gaat er, mede door de aanwezigheid van het kwelsysteem (zie ook §3.5), vanuit dat de grondwaterstroming beperkt blijft tot het eigen zoete of zoute grondwatersysteem van de dijk omdat er geen menging tussen het zoete en het zout grondwater optreedt. Indien dat ook daadwerkelijk zo is, dan zal de verspreiding via het grondwater van opgeloste stoffen afkomstig van de TGG beperkt zijn. Bovendien geven de eerste metingen en het beschikbare kaartmateriaal aan dat onder de TGG een kleilaag aanwezig is, die voor weinig uitwisseling tussen TGG en de diepere ondergrond zorgt, wat de verspreiding verder beperkt. Deze conceptuele benadering is in overeenstemming met de beoordeelde analyses die tot nu toe beschikbaar zijn.

Bovenstaand zijn voorlopige bevindingen op basis van de resultaten van het onderzoek van grond en grondwater van een raai. Gezien deze bevindingen zal Deltares het (nader) onderzoek vervolgen en de metingen voortzetten zoals gepland. De resultaten van het onderzoek dienen om de locatie specifieke risico's duidelijker in kaart te brengen.

Gezien de verwaarloosbare risico's (ecologisch, humaan en verspreiding) van stoffen afkomstig van de TGG, zijn verdere maatregelen op dit moment niet nodig.

4 Vervolg van het milieukundig onderzoek

In de komende maanden vindt verder onderzoek plaats naar het effect van de aanwezigheid van TGG op grond en grondwater. Momenteel zijn vier monitoringsronden van het grondwater volledig uitgevoerd. In totaal zijn zeven ronden voorzien. De laatste monitoringsronde staat gepland in november 2018.

Referenties

- Deltares. (2016a). *Metingen grondwatersysteem Perkpolder en werking kwelvoorziening - rapportage meetjaren 2014 en 2015*. Rapport, 1210613-000-BGS-00 15, definitief, 25 januari 2016, 45 bladzijden.
- Deltares. (2016b). *Analyse TGG Perkpolder - Eindrapport*. Rapport, 1220438-000-GEO-001, definitief, 27 mei 2016, 38 bladzijden.
- Grontmij. (2008). *Milieukundig- en geotechnisch grondonderzoek Perkpolder*. Rapport, 13/99083862?VC, revisie D1, 20 maart 2008, 61 bladzijden.
- NEN. (2004a). *Uitloogkarakteristieken - Bepaling van de uitloging van anorganische componenten uit poeder- en korrelvormige materialen met een kolomproef - Vaste grond- en steenachtige materialen*. Rapport, NEN7373:2004 nl, ICS-code 13.030.10, 15 bladzijden.
- NEN. (2004b). *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*. Rapport, NEN 7383:2004 nl, ICS-code 13.030.10, 10 bladzijden.
- Rijksoverheid. (2007). Besluit van 22 november 2007, houdende regels inzake de kwaliteit van de bodem. *Staatscourant*, 469.
- Staatscourant. (2013, juni 27). *Circulaire Bodemsanering per 1 juli 2013*. Opgeroepen op 01 25, 2018, van <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2013-16675.html>
- Staatscourant. (2016, 05 24). *Besluit Bodemkwaliteit geldend van 24-05-2016 t/m heden*. Opgeroepen op 02 07, 2017, van <http://wetten.overheid.nl/BWBR0022929/2016-05-24>.
- [REDACTED]. (2008). *Rapportage Verkennend bodemonderzoek Veerplein te Perkpolder*. Rapport, MDB221-5/spij2/027, 8 oktober 2008, 182 bladzijden.
- [REDACTED]. (2010). *Analyse varianten watersysteem Perkpolder*. Rapport, MDB221-11/boeg3/009, definitief, 2 juni 2010, 91 bladzijden.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Pa
3	april 2018	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

De versie is definitief en geeft de stand van zaken weer na verwerking van het grootste gedeelte van het onderzoek naar de samenstelling van de genomen grondmonsters, het onderzoek naar de uitloogbaarheid van de TGG, de eerste vier monitoringronden naar de samenstelling van het grondwater en de eerste fase van het onderzoek naar de grondwaterstroming.