

## Dicht is dicht!?

***Potdicht afgewerkte stortplaats Het Friese Pad unieke kans voor de gemeente Noordoostpolder.***

Auteurs:

Ing. A.A. Smit, directeur N.V. Afvalverwerkingsbedrijf Het Friese Pad

Ir. A. Kant, projectmanager Ingenieursbureau Oranjewoud B.V.

Ing. A. Steerenberg, directeur Enviro Quality Control B.V.

**Bij het storten van het laatste afval en de sluiting van de stortplaats Het Friese Pad te Emmeloord in 1999 werd door N.V. Afvalverwerkingsbedrijf Het Friese Pad (AFP) een minisymposium gehouden over mogelijk toe te passen eindafdichtingsconstructies op de stortplaats met de titel 'Dicht is dicht!?!'. Tijdens dit symposium was hoofdthema welke afdichtingsconstructie nu echt dicht is en een optimale bescherming van het milieu geeft. Dit mede ingegeven door het feit dat de stortplaats niet is voorzien van een onderafdichtingsconstructie.**

**Al snel na het symposium ging de gedachte uit naar een innovatieve en controleerbare constructie bestaande uit een kunststof (HDPE-)folie met een lekdetectiesysteem met het credo 'meten is weten'. De provincie Flevoland stond als bevoegd gezag open voor dit idee waarna een intensief voorbereidingstraject is ingegaan om aan te tonen dat de voorgenomen afdichting met alleen een folie met lekdetectiesysteem gelijkwaardig is aan de referentie combinatie-afdichting (folie met minerale laag) uit het Stortbesluit Bodembescherming.**

**Uiteindelijk heeft de provincie Flevoland, als eerste bevoegd gezag in Nederland, onder een aantal randvoorwaarden ingestemd met het toepassen van een folie met lekdetectiesysteem. Het systeem moet tenminste 75 jaar goed blijven werken.**

**In het kader van de ontwikkeling van de Corridor Emmeloord-Kuinderbos is op en direct naast de stortplaats, integraal met de afdichtingswerkzaamheden, een golfbaan met 9 holes aangelegd.**

### 1. Inleiding

De stortplaats Het Friese Pad gelegen ten noorden van Emmeloord heeft een oppervlakte van ca. 21 ha waarbij in de periode april 1977 - februari 1999 ca. 2.351.000 ton afval is gestort. Op het hoogste punt steekt het stortlichaam 17 m boven maaiveld uit. De gehele stortplaats is niet voorzien van een onderafdichting. Wel is conform het Stortbesluit Bodembescherming boven de hoogste grondwaterstand gestort. Bovendien is de stortplaats voorzien van een geohydrologische beheersmaatregel bestaande uit een bemalen ringdrain en ringsloot welke zorgdragen voor een grondwaterstroming richting stortplaats en verspreiding van percolaat in de omgeving tegengaat. Het bemalingswater wordt via een persleiding geloosd op de riolering. De natuurlijke stroomsnelheid van het grondwater ter plaatse bedraagt gemiddeld 2 m/jaar.

De middelvoorschriften uit het Stortbesluit schrijven aan de bovenzijde een combinatieafdichting (een kunststof folie op een minerale laag) voor. De gedachte achter deze constructie is dat bij lekkage van de folie de minerale laag alsnog zorgt voor het tegenhouden van water. De minerale laag is dus de veiligheid ten aanzien van het falen van de folie.

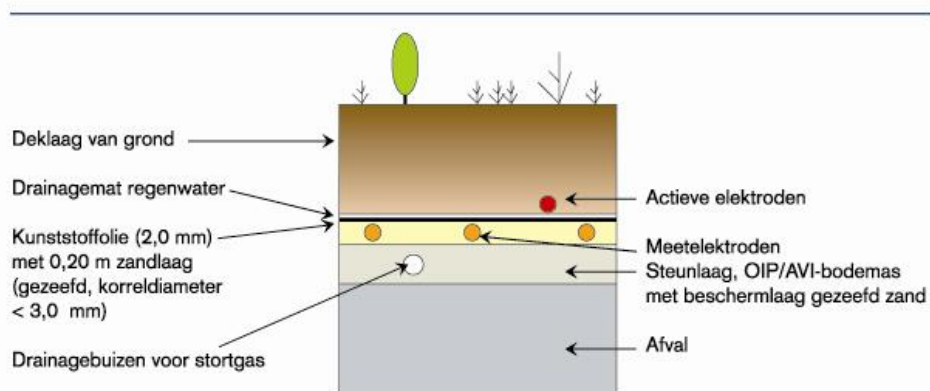
Het proces tot het verkrijgen van goedkeuring voor het mogen toepassen van een alternatieve bovenafdichtingsconstructie, bestaande uit een kunststof folie en een lekdetectiesysteem, begon met een inventarisatie van op de markt beschikbare producten. Hieruit volgde dat het door Progeo Monitoring GmbH ontwikkelde product Geologger qua nauwkeurige signalering van een lekkage, duurzaamheid van de toegepaste materialen en ervaringscijfers van bestaande projecten de meeste aanknopingspunten bood. Het proces startte in feite in 2000 met het uitbrengen van het TNO-rapport 'Beoordeling van de gelijkwaardigheid van de toepassing van Geologger als dichte eindafwerking van een stortplaats' [lit. 1].

In dit rapport is op de aspecten ondoorlatendheid, duurzaamheid en functionaliteit samenvattend geconcludeerd dat Geologger tenminste gelijkwaardig is aan een combinatieafdichting. Uiteindelijk is door middel van een zeer zorgvuldig traject met diverse besprekingen en het uitbrengen van verschillende rapporten en studies [lit. 2 t/m 7] door de provincie Flevoland op 20 december 2005 ingestemd met het toepassen van een alternatieve bovenafdichting met lekdetectie onder de voorwaarde dat financiële risico's in het kader van de levensduurverwachting van het systeem worden afgedekt. Met het opstellen en ondertekenen van een convenant over de invulling van de afdekking van dit financiële risico was de goedkeuring een feit. Hiermee is gekozen voor een systeem waarbij een lek daadwerkelijk wordt gesignaleerd (meten is weten) en niet voor een systeem waarbij men alleen maar vertrouwt op de fysische eigenschappen van de bovenafdichting.

## 2. Bovenafdichting met lekdetectie

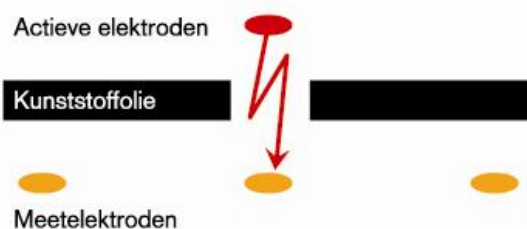
### **Werkingsprincipe**

In figuur 1 is het principe van de opbouw van de bovenafdichtingsconstructie op de stortplaats weergegeven.



### **Opbouw controleerbare eindafwerking stortplaats Het Friese Pad**

#### **Meetprincipe Geologger**



*Figuur 1: Opbouw controleerbare eindafwerking stortplaats Het Friese pad en meetprincipe Geologger®*

Als lekdetectiesysteem is het product Geologger toegepast. Het werkingsprincipe van het lekdetectiesysteem is eveneens weergegeven in figuur 1. Met de actieve elektroden wordt een geringe spanning in de bovengrond aangebracht. Er wordt een weerstand gemeten over de niet elektrische geleidbare kunststoffolie. Als deze dicht is, is de weerstand oneindig. Indien er een gaatje in de folie zit wordt dit geregistreerd door de meetelektroden onder de folie.

Een lek wordt grafisch weergegeven op de computer en met de x- en y- coördinaten van het gaatje zodat het gaatje snel gevonden en gerepareerd kan worden.

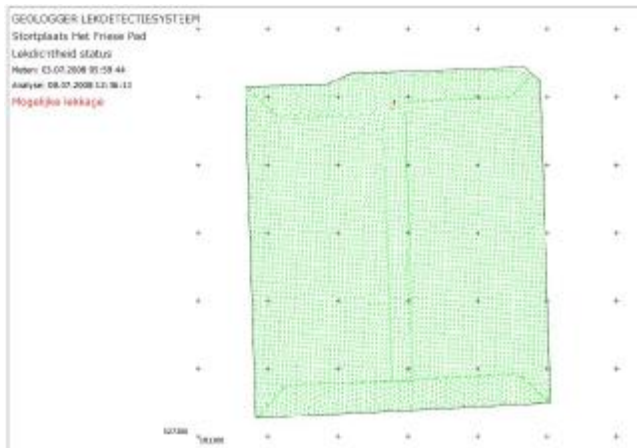
### **Blikseminslag**

Het gehele lekdetectiesysteem is voorzien van een bescherming tegen mogelijke blikseminslagen. Zowel elke afzonderlijke meetelektrode, de afgaande kabels en de schakelkasten in de meetunit zijn tegen piekspanningen beveiligd.

Dit volgens de eisen gesteld in de richtlijn van lit. 15 en in het protocol van lit. 20. Het lekdetectiesysteem heeft hiervoor een TÜV Gutachtung.

### **Meting van lekkage**

Met behulp van het software programma GEOBASE kan vanaf elke gewenste (kantoor)locatie en tijdstip de lek dichtheidscontrole van de bovenafdichting worden uitgevoerd. Na elke meting wordt een meetbericht uitgeprint waarbij grafisch zichtbaar is gemaakt waar een lek in de bovenafdichting zit (zie figuur 2). Als een lek is vastgesteld worden ook de x- en y- coördinaten aangegeven.



*Figuur 2: Grafische weergave lek*

### **Steunlaag**

Op de stortplaats is na het storten van het laatste afval een steunlaag aangebracht van ontijzerd industrieel puin (OIP, afkomstig van de voormalige Hoogovens) en AVI-bodemas. Omdat door de eindbestemming golfbaan glooiingen op de stortplaats worden aangebracht, is later extra AVI-bodemas aangevoerd als zettingscompensatielaag voor deze glooiingen. In totaal is ca. 210.000 ton OIP en AVI-bodemas aangebracht. Deze stoffen voldoen aan de normen van het Bouwstoffenbesluit (tegenwoordig Besluit Bodemkwaliteit) en kunnen om deze reden vrij van afvalstoffenbelasting in de steunlaag van de bovenafdichting worden toegepast.

### **3. Gelijkwaardigheid**

De basis van het aantonen van de gelijkwaardigheid is gelegd in lit. 1. Bij de combinatieafdichting uit het Stortbesluit wordt voor technische zaken verwezen naar de Richtlijn dichte eindafwerking [lit. 8]. Hierin wordt als eis aan een minerale afdichting een maximale doorlatendheid van 20 mm/jaar gesteld. Een minerale afdichting is daarmee nooit absoluut waterdicht. Er zijn geen doorlatendheidseisen aan de folie gesteld. De doorlatendheid van een combinatieafdichting is dus niet vast te stellen in een aantal mm/jaar.

In de studie is als uitgangspunt gehanteerd dat het lekdetectiesysteem in ieder geval beter moet presteren dan 5 mm/jaar, dit in relatie tot de doelstelling van het Stortbesluit waarbij gestreefd wordt naar verbeteringen en toepassing van de stand der techniek.

De gelijkwaardigheid is vanuit drie gezichtspunten beoordeeld, te weten ondoorlatendheid, duurzaamheid en functionaliteit.

In de studie zijn berekeningen aan lekkage door een folieafdichting verricht en van de snelheid van ingrijpen na constatering van een lekkage met een risicoanalyse van alle onderdelen.

Geconcludeerd is dat ten aanzien van ondoorlatendheid met het lekdetectiesysteem een zeer geringe ondoorlatendheid kan worden bereikt met het voordeel van een actieve controle. Het systeem is qua duurzaamheid vergelijkbaar met een combinatieafdichting. De functionaliteit van het systeem is zodanig dat de afdichting zeer goed zal functioneren voor de beoogde functie.

Op basis van de tegenargumenten (lit. 5), juridische studies (lit. 3 en 4) en een second opinion (lit. 2) heeft het Ministerie van VROM uiteindelijk niet ingestemd met de toepassing van een alternatieve bovenafdichting met het enige argument dat het systeem niet kan functioneren wanneer onverhoopt de organisatorische maatregelen voor onderhoud en beheer wegvallen.

Op basis van alle gegevens heeft de provincie Flevoland, zoals eerder genoemd, op 20 december 2005 ingestemd met de toepassing van een enkelvoudige folieafdichting met lekdetectiesysteem.

Uiteindelijk kon de VROM-inspectie deze keuze wel waarderen [lit. 22]:

*De VROM-Inspectie prijst de provincie Flevoland omdat zij innovatie ondersteunt door in te stemmen met een elektronisch lekdetectiesysteem voor het afdichten van een afvalstortplaats. Hierdoor kan binnen 8 dagen worden gereageerd op lekkage, terwijl bij een minerale afdichting het wel 25 jaar kan duren voor een lek geconstateerd is. Deze wijze van nazorg van stortplaatsen beschouwt de Inspectie als voorbeeld voor andere provincies.*

#### **4. Convenant en Duurzaamheid**

Uit de verschillende studies en discussies over de gelijkwaardigheid van de verschillende systemen was de provincie Flevoland het er uiteindelijk mee eens dat een systeem met lekdetectie technisch en juridisch gelijkwaardig is aan de combinatieafdichting. Alleen financieel bleef er nog een risico over inzake de duurzaamheid van het systeem en de levensduur van tenminste 75 jaar (eerder vervangen van het systeem en onvoldoende doelvermogen in het nazorgfonds).

Om dit financiële risico af te dekken is een convenant opgesteld tussen provincie Flevoland en AFP waarbij een extra financiële reserve in het nazorgfonds is gestopt welke bij het voldoende aantonen van de duurzaamheid van het systeem kan worden terugbetaald aan AFP. Onderdeel van het convenant is een duurzaamheidsonderzoek van de toegepaste folie en de kabels met meetelektroden van Geologger. De wijze van onderzoek is in samenspraak met TNO Industrie en Techniek, Business Unit Materials Technology, opgesteld. In eerste instantie is door TNO de nulsituatie vastgelegd [lit. 18 en 19]. Over 10 jaar wordt dit onderzoek opnieuw uitgevoerd. Indien de conclusies na 10 jaar overeenkomstig zijn wordt de reserve terugbetaald.

Ten behoeve van dit onderzoek is op een representatieve plaats op de stortplaats direct boven de aangebrachte constructie een testveld aangelegd met een oppervlakte van ca. 5 x 30 m met meetelektroden h.o.h. 1 m van dezelfde materialen die in de daadwerkelijke constructie zijn toegepast. Er is voldoende materiaal aanwezig om periodiek monsternormaal samen te kunnen stellen.

In het nulonderzoek [lit. 18 en 19] is door TNO het volgende geconcludeerd:

##### ***Folie en folielassen***

Door AFP zijn eisen gesteld aan het type kunststoffolie waarbij de profilering in de folie in een en dezelfde procesgang moet zijn aangebracht en dus niet is opgespoten. Hiermee wordt een mogelijke afschuiving van deze profilering ten alle tijden uitgesloten omdat deze aanhechting van de profilering een onderdeel van de foliebaan zelf is. Toegepast is type Carbofol PEHD 2,0 mm

Megafriction/Megafriction, Kiwa gecertificeerd. Op basis van de mechanische beproevingen is gesteld dat de verwachte levensduur meer dan 100 jaar is.

De metingen uit de thermo-oxidatieproef na een expositieduur van 3.000 uur suggereren dat de effectieve stabilisatorconcentratie na een gebruiksduur van 100 jaar waarschijnlijk uitgeput raakt. Voor de folielassen is een levensduurverwachting van 100 jaar reëel onder de voorwaarde dat de rek in de folie en de mechanische belasting op de lasen gedurende de beoogde duur beperkt blijven.

### **Geologger® kabel**

Op basis van de mechanische beproevingen is gesteld dat de verwachte levensduur van het PE buitenmantelmateriaal van de Geologger kabel meer dan 100 jaar is.

De kans op desintegratie van de Geologger kabel, in het bijzonder ter plaatse van de detectiepunten, binnen 100 jaar wordt zeer klein geacht.

### **Drainagemat**

Door AFP zijn eisen gesteld aan het type drainagemat. Deze moet voldoen aan bepaalde waterdoorlatendheidsaspecten bij de aanleg en na 10.000 uur. Ook zijn eisen gesteld aan de toegepaste grondstoffen en de interne- en externe stabiliteit van de drainagemat. Deze komen overeen met de eisen zoals gesteld in de BAM Richtlijn [lit. 21]. Hierdoor is de levensduur van de toegepaste drainagemat, Secudrain R201Z WD 601Z R201Z, minimaal 100 jaar.

## **5. Uitvoeringsfase**

Het project is volgens de procedure 'Europese openbare aanbesteding ARW 2005' aanbesteed. Voor het bestek zijn voor de belangrijkste onderdelen van de bovenafdichtingsconstructie, zijnde de folie, het lekdetectiesysteem en de drainagemat, programma's van eisen (PvE) opgesteld met randvoorwaarden waarbij m.n. duurzaamheid de insteek was. Basis voor de opzet van PvE's is onder andere de bijgevoegde literatuurlijst geweest.

Op het bestek hebben 8 aannemers ingeschreven waarbij Wegenbouwmij. J. Heijmans B.V. uit Assen de laagste inschrijver was aan wie het werk is gegund.

#### **Verwerkte hoeveelheden:**

HDPE-folie 2,0 mm:	216.700 m <sup>2</sup>
drainagemat:	215.800 m <sup>2</sup>
grondwerk stortplaats (leeflaag 1,0 m):	210.000 m <sup>3</sup>
grondwerk golfbaan:	300.000 m <sup>3</sup>
lekdetectiesysteem:	
* meetelectroden onder folie:	8.600 st., lengte 46 km
* actieve elektroden boven folie:	134 stuks, 1 st. per 1.600 m <sup>2</sup> , lengte 5 km
* verbindingkabels rondom stort:	130 km

Een hoeveelheid van ruim 350.000 m<sup>3</sup> van de benodigde grond was afkomstig van het nabij de stortplaats gelegen Burchttochtproject fase 1, een waterbergingsproject van het Waterschap Zuiderzeeland. In opdracht van de gemeente Noordoostpolder en het Waterschap Zuiderzeeland is door AFP de teelaardelaag van het ruim 45 ha grote gebied ontgraven en afgevoerd naar de stortplaats (capaciteit gemiddeld tussen de 2.000 à 4.000 m<sup>3</sup> per dag). Genoemd kan worden dat in het kader van de Flora & Fauna ontheffing in dit gebied voorzieningen zijn getroffen ter bescherming van de rugstreppad (paddenscherm met opvangemmers; uiteindelijk zijn 15 exemplaren van de rugstreppad gevangen en buiten het paddenscherm uitgezet).

In figuur 3 is een foto van de foliewerkzaamheden opgenomen met in figuur 4 overzichtfoto's van het verloop van de werkzaamheden.



*Figuur 3: Afdichtingswerkzaamheden op de stortplaats*



*Figuur 4: Luchtfoto's vóór afdekken, juni 2007, oktober 2007, februari 2008 en juli 2008 (Aerophoto Eelde)*

In totaal zijn bij de lekdichtheidsmetingen van de bovenafdichting met Geologger een 5 tal lekken vastgesteld. Deze variëren van een snee in de folie, een perkoenpaal door de folie, twee beschadigingen door kraan werkzaamheden en een grotere beschadiging door een draineermachine bij de aanleg van drainage in de afdekgrond (zie figuur 5).



Figuur 5: Foto's lekken in folie met vrijgraven locatie en reparatie

## 6. Stortgas

De stortgasonttrekking en omzetting van stortgas naar electriciteit met behulp van gasmotoren wordt geëxploiteerd door Econvert. Op de stortplaats zijn in totaal 27 gasbronnen aanwezig. De stortgasonttrekking is in 1998 met 6 gasbronnen en één gasmotor/generator-combinatie met een vermogen van 230 kW begonnen en uiteindelijk uitgebreid tot de genoemde 27 gasbronnen en twee extra gasturbinemotoren met elk een vermogen van 312 kW.

Vóór het moment van afdekken nam de kwaliteit en hoeveelheid van het stortgas langzamerhand af, naar verwachting door o.a. emissies van stortgas aan de boven- en zijkanten van het stort. Gemiddeld draaiden er constant twee stortgasmotoren, met een gezamenlijke capaciteit van ruim 500 kW. Dit betekent een stortgasproductie van ca. 280 m<sup>3</sup> per uur.

Tijdens de afdekwerkzaamheden zijn delen van het stortgassysteem tijdelijk buitenbedrijf gesteld en is het gelukt uiteindelijk één motor min of meer constant in bedrijf te houden.

Vooraf vlak na de volledige afdichting liep de kwaliteit van het stortgas erg hoog op tot ongeveer aardgaskwaliteit waarbij wel schommelingen in de kwaliteit optraden. Na ca. 1 maand was de hoeveelheid gas voldoende om de drie motoren in bedrijf te houden (totaal ca. 850 kW = ca. 470 m<sup>3</sup>/uur).

## 7. Golfbaan

In opdracht van de gemeente Noordoostpolder is als deelplan in het gebied Corridor Emmeloord-Kuinderbos opdracht gegeven voor de planvorming en aanleg van een 9 holes golfbaan op en direct naast de stortplaats (6 holes bovenop en 3 ernaast), de hoogste golfbaan beneden zeeniveau.

De golfbaan is ontworpen door golfbaanarchitect Gerard Jol (zie figuur 6).

Binnen het ontwerp van de golfbaan is de zone tussen de stort en de holes direct naast de stort ingericht als ecozone voor het leefgebied van de rugstreeppad. De rugstreeppad is een pionierssoort van open, warme en droge gebieden met een voorkeur voor los en zandig bodemsubstraat. De ecologische zone is ingericht als geonduleerd zandgebied met enkele ondiepe poelen.

De golfbaan is tevens ontsloten door middel van een fietspad rondom de stortplaats dat tevens als inspectiepad dienst doet, alsmede een wandelpad (schelpenpad) aan de bovenzijde van het talud van de stortplaats om een blik op de omringende polder te kunnen werpen.



Figuur 6: *Ontwerp golfbaan*

### 8. Nazorg

Na afronding van de werkzaamheden wordt het nazorgplan geactualiseerd en zal bij de provincie Flevoland de procedure in gang worden gezet om de stortplaats over te dragen. In de nazorg zal o.a. worden geregeld dat:

- het lekdetectiesysteem wordt onderhouden en periodiek lekdetectiemetingen worden verricht;
- het grondwaterbeheerssysteem wordt onderhouden en gecontroleerd op een goede werking;
- de grondwaterstanden periodiek worden opgenomen;
- de grondwaterkwaliteit periodiek wordt gemonitord;
- de afdeklaag periodiek wordt geïnspecteerd;
- de klink van het afvalpakket periodiek wordt gemeten;
- het stortgassysteem wordt onderhouden en gecontroleerd op een goede werking;
- het terrein wordt onderhouden;
- alle bevindingen periodiek worden gerapporteerd.



## 9. Betrokken partijen

- N.V. Afvalverwerkingsbedrijf Het Friese Pad	Initiatiefnemer en opdrachtgever
- Provincie Flevoland	Bevoegd Gezag
- Gemeente Noordoostpolder	Toekomstige eigenaar ondergrond stortplaats, initiatiefnemer project Corridor, opdrachtgever ontgraven bovengrond Burchttochtproject fase 1 en opdrachtgever aanleg golfbaan
- Waterschap Zuiderzeeland	Toekomstige eigenaar ondergrond Burchttochtproject, opdrachtgever realisatie waterbergingsproject in fase 2 en Bevoegd Gezag waterkwantiteit en -kwaliteit
- Ingenieursbureau Oranjewoud B.V.	Adviseur, bestekvoorbereiding en directievoering
- Wegenbouwmaatschappij J. Heijmans B.V.	Hoofdaannemer
- Aannemingsbedrijf Eggengoor B.V.	Hoofdaannemer Burchttochtproject fase 1
- Progeo Monitoring GmbH	Leverancier en installateur lekdetectiesysteem
- Prosé Kunststoffen B.V.	Onderaannemer: aanleg kunststoffolie en drainagemat
- Enviro Quality Control B.V.	Onafhankelijke kwaliteitscontrole kunststoffolie
- TNO Industrie en techniek	Adviseur opzet testveld en uitvoerder onderzoek duurzaamheid toegepaste kunststoffolie en kabels lekdetectiesysteem
- Econvert	Exploitant stortgasonttrekkingsinstallatie
- Golf- en Landschapsarchitectuur Gerard Jol B.V.	Ontwerp golfbaan
- Veenstra Adviesburo Golfterreinen B.V.	Adviseur en bestekvoorbereiding aanleg golfbaan
- Heijmans Sport en Groen B.V.	Aannemer aanleg golfbaan

## 10. Literatuur

1. Beoordeling van de gelijkwaardigheid van de toepassing van Geologger® als dichte eindafwerking van een stortplaats, TNO-MEP-R 2000/366, oktober 2000.
2. Technische Toetsing Alternatieve bovenafdichting, Arcadis, nr. 110304/OF3/1S4/000401/LE, 2 oktober 2003, in opdracht van de provincie Flevoland.
3. Juridische toetsing inzake het Stortbesluit bodembescherming en de richtlijnen voor dichte eindafwerking op afval- en reststoffenberging, Pels Rijcken & Droogleever Fortuijn, ref. AS/JZ/10000140, 16 oktober 2002, in opdracht van de provincie Flevoland.
4. Advies brief Alterra, Pels Rijcken & Droogleever Fortuijn, ref. HG/bv/10007466, 2 april 2004, in opdracht van TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie.
5. Brief Alterra met onderwerp 'Geologger®', kenmerk 04/0001651/BLS/TSV, 27 januari 2004.
6. Brief TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie met onderwerp 'Geologger®', ref. 20041V/125/03000/bak, 16 april 2004.
7. Enkelvoudig bovenafdichtingssysteem met lekdetectie Stortplaats Het Friese Pad te Emmeloord, Oranjewoud, projectnr. 14207-140535, 15 september 2004.
8. Richtlijnen voor de dichte eindafwerking op afval- en reststoffenbergingen, Ministerie van VROM, 1991, publicatiereeks bodembescherming nr. 1991/2.
9. Oberflächenabdichtung mit einem Dichtungskontrollsystem – eine technisch sinnvolle Alternative zur Kombinationsabdichtung, A. Rödel und S. Schwöbken, 20. Fachtagung 'Die sichere Deponie' 26/27 februari 2004.
10. AbfallwirtschaftsFakten 6.1 Oberflächenabdeckungen und –abdichtungen, Niedersachsen, W. Bräcker, augustus 2002.

11. Erfahrungen aus der Planung, dem Bau und dem Betrieb von kontrollierbaren Oberflächenabdichtungssystemen, T. Sasse und H. Bökers, Seminar Braunschweig 2002.
12. Deponieabschluss und komplexe Altlastensicherung mit Dichtungskontrollsystemen, H. Bökers und T. Sasse, 20. Fachtagung 'Die sichere Deponie' 26/27 februari 2004.
13. Conference on Geomembranes, 16 maart 2004, Hamburg, R.M. Koerner en H. Zanzinger.
14. Lekdetektiesysteem Geologger®, Type MPLE, Systeembeschrijving, Versie 03/2002, Geologger® Systems GmbH.
15. Anforderungen an Dichtungskontrollsysteme in Oberflächenabdichtungen von Deponien, Sonderheft 1/2001, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM): Aanbevelingen van de Werkgroep Lekdetektiesystemen (AKDKS).
16. Blitzschutzmassnahmen bei Dichtungskontrollsystemen, februari 2001, A. Rödel, B. Kallies en M. Arndt.
17. Systemanalyse des Deponieüberwachungssystems 'Geologger®' der Firma Progeo hinsichtlich der Anforderungen des Wasserhaushaltgesetzes (WHG) und des Abfallgesetzes – 2. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Abfall), TÜV, München, 7 juli 1995.
18. Duurzaamheid van Geologger® kabel, TNO Industrie en Techniek, Business Unit Materials Technology, nr. TNO-033-EH-2008-01404/rie, april 2008.
19. Duurzaamheid van kunststof folie, TNO Industrie en Techniek, Business Unit Materials Technology, nr. MT-RAP-2008-01399, april 2008.
20. Blitzschutz des Leckortungssystems Geologger®, Wissenschaftliche Beratungsgruppe Wiesinger, 28 september 2000.
21. BAM Richtlijn 'Eignungsnachweis für Kunststoff-Dränelemente in Oberflächenabdichtungen von Deponien en Altlasten', oktober 2003.
22. Onderzoek VROM-taken provincie Flevoland, VROM-inspectie, februari 2007.