

Anlage 11

Geogitter-Dimensionierung zur MFA

Planfeststellungsantrag zum Ergänzenden Verfahren zum Vorhaben
Deponieabschnittstrennung mittels multifunktionaler Abdichtung (MFA)

HUESKER Synthetic GmbH, Fabrikstraße 13-15, D-48712 Gescher

Heilit Umwelttechnik GmbH
Dipl.-Ing. Jens Bethge
Haferwende 27

28357 Bremen

Fabrikstraße 13-15
D-48712 Gescher

Tel. + 49 (0) 25 42 / 701 - 308
Fax + 49 (0) 25 42 / 701 - 493

info@HUESKER.de
www.HUESKER.com

Ihre Zeichen/Nachricht vom
26. Juni 2012

Unser Zeichen

Durchwahl

Datum
26. Juni 2012

Betreff: Erdfallsicherung Deponie Ihlenberg

Sehr geehrter Herr Bethge,

Nach Durchsicht der zugesandten Unterlagen (QMP Geogitter) und unserer Statik haben wir folgende Änderungen vorgenommen.

Gemäß EBGEO Kapitel 11 Tabelle 11.4 kann die Länge der Querüberlappung auf ein Mindestmaß von 50 cm reduziert werden.

Nach Durchsicht des QMP-Geogitter und unserer Statik sowie anschließender Korrektur des Reibungswinkels der GTA von $\varphi = 37,5^\circ$ auf $\varphi = 32,5^\circ$ ergibt sich die Verankerungslänge zu 9,5 m und die Überlappungslänge zu 11,0 m.

Mit freundlichen Grüßen aus Gescher


Dipl.-Ing. Ole Syllwasschy
Anwendungstechnik

HUESKER Synthetic GmbH

Fabrikstraße 13-15, D-48712 Gescher
Tel.: + 49 (0) 25 42 / 701 - 0
Fax: + 49 (0) 25 42 / 701 - 499
E-Mail: info@HUESKER.de
Internet: www.HUESKER.com


Amtsgericht Constanz
HRB 5256
USt.-IdNr.: DE 123785158
Geschäftsführer:
Wolfgang Huesker

Projekt: **Sicherungsmaßnahmen, Deponie Ihlenberg**

Projekt-Nr.: **12-132-3E-HG**

Dieses Projekt beinhaltet insgesamt **05** Seiten

Sachbearbeiter: 
i.A. Dipl.-Ing. O. Syllwasschy
Abt. Anwendungstechnik


i.V. Dipl.-Ing. O. Detert
Abt. Anwendungstechnik

Telefon: 0 25 42 / 701-302

Gescher, **26.06.2012**

Die vorliegenden Berechnungen, Nachweise, Bemessungen und die resultierenden technischen Vorschläge gelten nur für das hier beschriebene System bzw. Bauwerk inklusive Geometrie, Lasten, Böden, Geokunststoffe etc. mit all deren Kennwerten sowie Bauphasen, Belastungs- und Betriebsdauer. Änderungen und Abweichungen können die Standsicherheit und/oder Gebrauchstauglichkeit gefährden und sind mit den Verfassern abzustimmen.

Lesen Sie bitte die ganze Ausarbeitung aufmerksam einschließlich der etwaigen Anlagen.

Deponie Ihlenberg**Vorbemessung einer geosynthetischen Bewehrung mit dem RAFAEL-Verfahren für einaxiale Überbrückung**

Durchmesser des Erdeinfalltrichters $D = 1,5$ m
Überschüttungshöhe der Bewehrung $H = 33,80$ m
Vollsicherung, Belastungsdauer: 120 Jahre
Betriebsdauer: 120 Jahre

Bewehrung aus dem Rohstoff PET - Geogitter**1. Vorgabe der Einsenkungskontur auf Fahrbahn / Geländeoberkante**

Nutzungsdauer $t_b := 120$ Jahre

Beanspruchungsdauer $t_d := 120$ Jahre

Die maximal zulässige Einsenkung wird gemäß Vorgabe des AG auf Grundlage der maximal zugelassenen Dehnung der Bewehrungslage ermittelt. Die Verträglichkeit mit den Anforderungen an das Dichtungssystem wird hierbei vorausgesetzt

$D := 1.5$ m Durchmesser des Erdeinbruchs (auf Bewehrungsebene)

$D_{s,max} := D$ max. Durchmesser der Einsenkungsmulde an der GOK

Die maximal zulässige Dehnung der Bewehrung beträgt 3 %, die Einsenkung auf Fahrbahnoberkante beträgt somit:

$$d_{s,max} := D_{s,max} \cdot 0.11 \quad d_{s,max} = 0.17 \quad \text{m}$$

2. Ermittlung der resultierenden maximal zulässigen Einsenkung und Dehnung des Geokunststoffes

$H := 0.750$ m Überdeckungshöhe (0,25 m GTA, Bewehrung, 0,75 GTA)

$C_e := 1.0$ Auflockerungsfaktor des Bodens im Überbrückungsbereich

$$d_{max} := d_{s,max} + 2 \cdot H \cdot (C_e - 1) \quad \text{zulässige Durchhang der Geokunststoffbewehrung}$$

$$d_{max} = 0.17 \quad \text{m}$$

$$\epsilon_{max} := \frac{8}{3} \cdot \frac{d_{max}^2}{D^2} \quad \epsilon_{max} = 0.03 \quad \text{Dehnung des Geokunststoffes}$$

3. Ermittlung der maximalen Auflastspannung infolge des Bodens unter dem Traggewölbe

$\gamma_G := 1.35$		Teilsicherheitsbeiwert für Eigengewicht LF 1 GZ 1B
$\gamma_Q := 1.50$		Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Lasten LF 1 GZ 1B
$\gamma_k := 20$	kN/m ³	charakteristische Wichte der Bodenschichten über dem Geokunststoff
$\gamma_{kM} := 15$	kN/m ³	charakteristische Wichte des Mülls
$H_{SM} := 33.8$	m	Schütthöhe Müll
$H_M := 2.25$	m	auflastwirksame Schütthöhe infolge Gewölbewirkung im Müll hier angesetzt zu 1.5 x D
$q_k := H_M \cdot \gamma_{kM} \cdot \frac{1.35}{1.5}$	kN/m ²	Verkehrslast (hier Bodenauflast Müll mit Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{G_{kM}} := 1.35$ für Eigengewicht)
$q_k = 30.38$	kN/m ²	
$\phi_k := 32.5$ -Grad		charakteristischer Wert des Reibungswinkels der GTA
$c_k := 0$	kN/m ²	charakteristischer Wert der Kohäsion des Einbaubodens

$$K_{ak} := \tan\left(45 \cdot \text{Grad} - \frac{\phi_k}{2}\right)^2 \quad K_{ak} = 0.30 \quad \text{Erddruckbeiwert}$$

Vertikale Auflastspannung infolge von Eigengewicht

$$\sigma_{v.G.k} := \frac{D}{2} \cdot \left(\gamma_k - 4 \cdot \frac{c_k}{D}\right) \cdot \left(1 - e^{-K_{ak} \cdot \tan(\phi_k) \cdot 4 \cdot \frac{H}{D}}\right) \quad \sigma_{v.G.k} = 12.46 \quad \text{kN/m}^2$$

Vertikale Auflastspannung infolge von veränderlichen Lasten (hier Müll)

$$\sigma_{v.Q.k} := q_k \cdot e^{(-K_{ak}) \cdot \tan(\phi_k) \cdot 4 \cdot \frac{H}{D}} \quad \sigma_{v.Q.k} = 20.7 \quad \text{kN/m}^2$$

Bemessungswerte der Vertikalspannungen:

$$\sigma_{v,d} := \sigma_{v.Q.k} \cdot \gamma_Q + \sigma_{v.G.k} \cdot \gamma_G \quad \sigma_{v,d} = 47.87 \quad \text{kN/m}^2$$

4. Ermittlung des Bemessungswertes der Beanspruchung in der Geokunststoffbewehrung:

$$E_d := \sigma_{v,d} \cdot 0.5 \cdot D \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{6 \cdot \epsilon_{\max}}} \quad E_d = 89.14 \quad \text{kN/m}$$

5. Gewählte Bewehrung:Fortrac R 600/50-30 T (1 Lagen) mit $F_{Bk0} := 600 \quad \text{kN/m}$ **Kriterium 1: Kriechbruch der Bewehrung:**

$A_1 := 1.52$	Abminderungsfaktor für Kriechbruch
$A_2 := 1.05$	Abminderungsfaktor für Einbaubeschädigung / Transport
$A_3 := 1.00$	Abminderungsfaktor für Verbindungsstellen
$A_4 := 1.03$	Abminderungsfaktor für Umgebungseinflüsse
$A_5 := 1.00$	Abminderungsfaktor für dynamische Einwirkungen
$\gamma_B := 1.40$	Teilsicherheitsbeiwert für flexible Bewehrungselemente LF 1

$$R_{d,B} := \frac{F_{Bk0}}{A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5 \cdot \gamma_B} \quad R_{d,B} = 260.71 \quad \text{kN/m}$$

Kriterium 2: Kriechdehnung der Bewehrung: $\beta := 0.23$ zulässiger Auslastungsgrad der Bewehrung unter Berücksichtigung der maximal zulässigen Dehnung, gemäß Isochrone Fortrac T

$$\epsilon_{\max} = 0.03$$

$$R_{d,D} := \frac{F_{Bk0} \cdot \beta}{A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5 \cdot \gamma_B} \quad R_{d,D} = 91.14 \quad \text{kN/m}$$

Maßgebender Bemessungswert der Zugfestigkeit der Bewehrung:

$$R_d := \min(R_{d,B}, R_{d,D}) \quad R_d = 91.14 \quad \text{kN/m}$$

6. Nachweis der ausreichenden Kurzzeitfestigkeit

$$R_d = 91.14 \quad \text{kN/m} \quad E_d = 89.14 \quad \text{kN/m}$$

$$f := \frac{E_d}{R_d} \quad f = 0.98 \quad < 1.0 \text{ Nachweis erfüllt!}$$

Die gewählte Geogittertype Fortrac R 600/50-30 T besitzt eine ausreichende Festigkeit

7. Nachweis der Verankerungslänge der Bewehrung - Grundlagen

$$E_d = 89.14 \quad \text{kN/m} \quad \text{zu verankernde Kraft im LF1}$$

$$\gamma_{Bv} := 1.4 \quad \text{Teilsicherheitsbeiwerte für Herauszieh Widerstände für flexible Bewehrung GZ 1B}$$

$$\lambda := 0.7 \quad \text{Verbundbeiwert Geokunststoff/Boden}$$

8. Nachweis der Verankerungslänge der Bewehrung in Hauptzugrichtung ausserhalb des Erdfallbereichs (ohne Ankergraben):

$$L_{\text{Lerf}} := \frac{E_d \cdot \gamma_B}{2 \cdot \gamma_k \cdot \lambda \cdot H \cdot \tan(\phi_k)} \quad L_{\text{Lerf}} = 9.33 \quad \text{m}$$

gewählt: $L_{\text{Lvorh}} := 9.5 \quad \text{m}$

9. Nachweis der Überlappungslängen in Bewehrungsrichtung:

$$\ddot{U}_{\text{Lerf}} := D + L_{\text{Lerf}}$$

$$\ddot{U}_{\text{Lerf}} = 10.83 \text{ m}$$

gewählt: $\ddot{U}_{\text{Lvorh}} := 11.0 \quad \text{m}$

10. Seitliche Überlappung

Die seitliche Überlappung zweier nebeneinander verlegter Bahnen sollte gemäß EBGEO Kap. 11, Tabelle 11.4 mindestens 50 cm betragen.

Sicherungsmaßnahme Deponie Ihlenberg Verankerung der Erdfallsicherung

Erdfallsicherung mit Geogitter Fortrac R 600/50-30 T
Böschungsneigung < 1:3,0

nach DIN 1054:2009 und EBGEO (Stand 04.2010)

Projekt-Nr.: 12-132-4E-SY

Sachbearbeiter:


i.A. Dipl.-Ing. O. Syllwässchy
Abt. Anwendungstechnik


i.V. Dipl.-Ing. H. Hangen
Leiter Abt. Anwendungstechnik

Gescher, 10.07.2012

Die vorliegenden Berechnungen, Nachweise, Bemessungen und die resultierenden technischen Vorschläge gelten nur für das hier beschriebene System bzw. Bauwerk inklusive Geometrie, Lasten, Böden, Geokunststoffe etc. mit all deren Kennwerten sowie Bauphasen, Belastungs- und Betriebsdauer.

Änderungen und Abweichungen können die Standsicherheit und/oder Gebrauchstauglichkeit gefährden und sind mit den Verfassern abzustimmen.

Lesen Sie bitte die ganze Ausarbeitung aufmerksam einschließlich der etwaigen Anlagen.

1. Nachweis der ausreichenden Verankerung

Erforderliche Tragfähigkeit der Verankerung:

Maßgebend sind folgende Zugkräfte für Lastfall 1:

$$E_d := 89.89 \quad [\text{kN / m}]$$

Einwirkung gemäß statischer Berechnung

$$F_{Ad} := E_d \quad [\text{kN / m}]$$

erforderliche Tragfähigkeit der Verankerung

Vorhandene Tragfähigkeit der Verankerungsstelle:

Kennwerte im Einbindungsbereich:

Feuchtwichte des Füllmaterials: $\gamma_R := 19 \quad [\text{kN/m}^3]$

Feuchtwichte des anstehenden Bodens: $\gamma_B := 19 \quad [\text{kN/m}^3]$

Reibungswinkel Boden bzw. Füllmaterial: $\varphi_B := 32.5\text{Grad} \quad [^\circ]$

Reibungswinkel Fortrac/Füllmaterial: $\delta_{1F} := 30\text{Grad} \quad [^\circ]$

Reibungswinkel Fortrac/Boden: $\delta_{krit} := \delta_{1F} \quad [^\circ]$

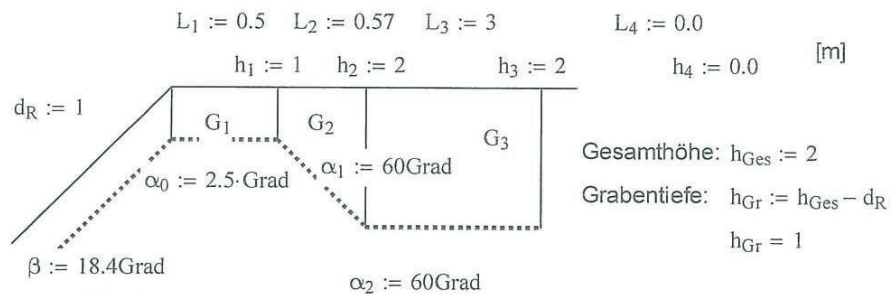
1.1 Lastfall 1, GZ 1C

Annahme: Auflastdicke $d_R = 1,0$ m GTA bis der Anschluß des nächsten

Bauabschnittes erfolgt

Verlegung der Geogitter in einem Ankergraben unter der Baustraße

Anmerkung: Die Überdeckungshöhe von 1,0 m bezieht sich auf die Planumshöhe der Baustraße, d.h. das Geogitter wird an der Böschungskante bis auf das Niveau UK Baustraße abgesenkt und dann in den Verankerungsgraben eingeleitet.



Neigungen im Bereich des Ankergrabens
(Hier nicht angesetzt!)

$$\alpha_1 = 60\text{-Grad}$$

$$\alpha_2 = 60\text{-Grad}$$

Neigung Bereich L_1 :

$$\alpha_0 = 2.5\text{-Grad} \quad (\text{Neigung Entwässerung})$$

Gewichte der Lamellen:

$$G_1 := L_1 \cdot \gamma_R \cdot \frac{(d_R + h_1)}{2}$$

$$G_1 = 9.5 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$G_2 := L_2 \cdot \gamma_R \cdot \frac{(h_1 + h_2)}{2}$$

$$G_2 = 16.245 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$G_3 := L_3 \cdot \gamma_R \cdot \frac{(h_2 + h_3)}{2}$$

$$G_3 = 114 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$G_4 := L_4 \cdot \gamma_R \cdot \frac{(h_3 + h_4)}{2}$$

$$G_4 = 0 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Die vorliegende Beratung bzw. Berechnung beruht auf den uns zur Verfügung gestellten Informationen und entspricht unserem besten Wissen. Sie ist kostenlos. Haftungsansprüche können hieraus nicht abgeleitet werden.

The advice contained herein is based on the information received and is sound to the best of knowledge. It is furnished free of charge. We undertake no liability for the results of its usage.

Les conseils et calculs contenus dans la présente sont basés sur l'information reçue et représentent le meilleur de nos connaissances. Ceux-ci vous sont fournis gratuitement. Nous ne pouvons être pris comme responsable de l'usage de ces résultats.

1.1a Nachweis gegen das Herausziehen des Geogitters LF 1:

Widerstand gegen das Herausziehen des Geogitters (Reibung beidseitig des Geogitters angesetzt)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \text{Sicherheitsbeiwert für ständige Lasten}$$

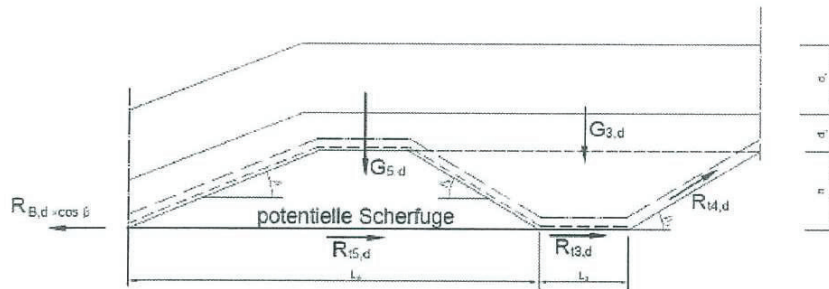
$$\text{Lastfall 1: } \gamma_\delta := 1.25 \quad \text{Sicherheitsbeiwert für Reibung}$$

$$R_{d1} := \frac{G_1 \cdot \cos(\alpha_0) \cdot \tan(\delta_{\text{krit}})}{\gamma_\delta} - G_1 \cdot \sin(\alpha_0) \cdot \gamma_G + \frac{G_2 \cdot \cos(\alpha_1) \cdot (\tan(\delta_{1F}) + \tan(\delta_{\text{krit}}))}{\gamma_\delta} + \frac{G_2 \cdot \sin(\alpha_1)}{\gamma_\delta} \dots$$

$$+ \frac{G_3 \cdot (\tan(\delta_{1F}) + \tan(\delta_{\text{krit}}))}{\gamma_\delta} + \frac{G_4 \cdot (\tan(\delta_{1F}) + \tan(\delta_{\text{krit}}))}{\gamma_\delta}$$

$$R_{d1} = 128.036 \quad [\text{kN/m}] > F_{Ad} = 89.89 \quad [\text{kN/m}] \quad \text{Nachweis eingehalten}$$

1.1b Nachweis gegen den Bruch der Böschungskrone



Ermittlung des Bemessungswertes der Widerstandskraft

$$R_{t3d_unten} := L_3 \cdot (h_{Gr} + d_R) \cdot \gamma_R \cdot \frac{\tan(\delta_{\text{krit}})}{\gamma_\delta} \quad R_{t3d_unten} = 52.654 \quad [\text{kN/m}]$$

$$R_{t5d_unten} := \left[\frac{h_{Gr}}{\tan(\beta)} \cdot (h_{Gr} \cdot 0.5 + d_R) \cdot \gamma_B \dots + L_1 \cdot (h_{Gr} + d_R) \cdot \gamma_B \dots + \frac{h_{Gr}}{\tan(\alpha_2)} \cdot (h_{Gr} + d_R) \cdot \gamma_B \right] \cdot \frac{\tan(\varphi_B)}{\gamma_\delta} \quad R_{t5d_unten} = 64.529 \quad [\text{kN/m}]$$

$$L_{fuge} := \frac{h_{Gr}}{\tan(\beta)} + L_1 + \frac{h_{Gr}}{\tan(\alpha_2)} + L_3 \quad L_{fuge} = 7.08 \quad [\text{m}]$$

$$R_{td} := R_{t3d_unten} + R_{t5d_unten}$$

$$R_{td} = 117.18 \text{ kN/m} > F_{Ad} = 89.89 \quad [\text{kN/m}] \quad \text{Nachweis eingehalten}$$

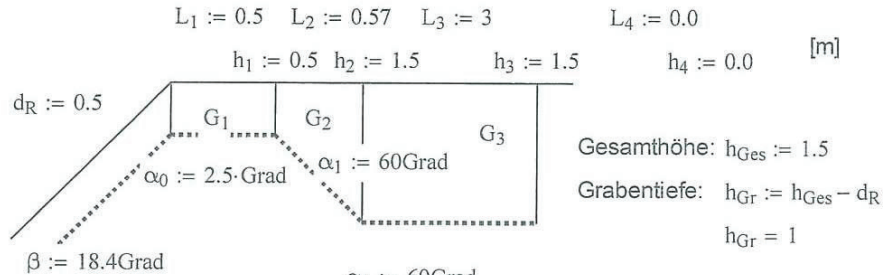
Die vorgegebene Geometrie und die daraus entstehenden vorhandenen Reibungskräfte sind ausreichend groß!

1.2 Lastfall 2, GZ 1C

Annahme: Auflastdicke $d_R = 0,5$ m GTA während der Anschluß des nächsten Bauabschnittes erfolgt

Verlegung der Geogitter in einem Ankergraben unter der Baustraße

Anmerkung: Die Überdeckungshöhe von 0,5 m bezieht sich auf die Planumshöhe der Baustraße, d.h. das Geogitter wird an der Böschungskante bis auf das Niveau UK Baustraße abgesenkt und dann in den Verankerungsgraben eingeleitet.



Neigungen im Bereich des Ankergrabens
(Hier nicht angesetzt!)

$$\alpha_1 = 60 \cdot \text{Grad}$$

$$\alpha_2 = 60 \cdot \text{Grad}$$

Neigung Bereich L_1 :

$$\alpha_0 = 2.5 \cdot \text{Grad} \quad (\text{Neigung Entwässerung})$$

Gewichte der Lamellen:

$$G_1 := L_1 \cdot \gamma_R \cdot \frac{(d_R + h_1)}{2} \quad G_1 = 4.75 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$G_2 := L_2 \cdot \gamma_R \cdot \frac{(h_1 + h_2)}{2} \quad G_2 = 10.83 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$G_3 := L_3 \cdot \gamma_R \cdot \left(\frac{h_2 + h_3}{2} \right) \quad G_3 = 85.5 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$G_4 := L_4 \cdot \gamma_R \cdot \left(\frac{h_3 + h_4}{2} \right) \quad G_4 = 0 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.2a Nachweis gegen das Herausziehen des Geogitters LF 2, Anschluß Bauabschnitt 2:

Widerstand gegen das Herausziehen des Geogitters (Reibung beidseitig des Geogitters angesetzt)

$$\gamma_G := 1.00 \quad \text{Sicherheitsbeiwert für ständige Lasten}$$

$$\text{Lastfall 1: } \gamma_\delta := 1.15 \quad \text{Sicherheitsbeiwert für Reibung}$$

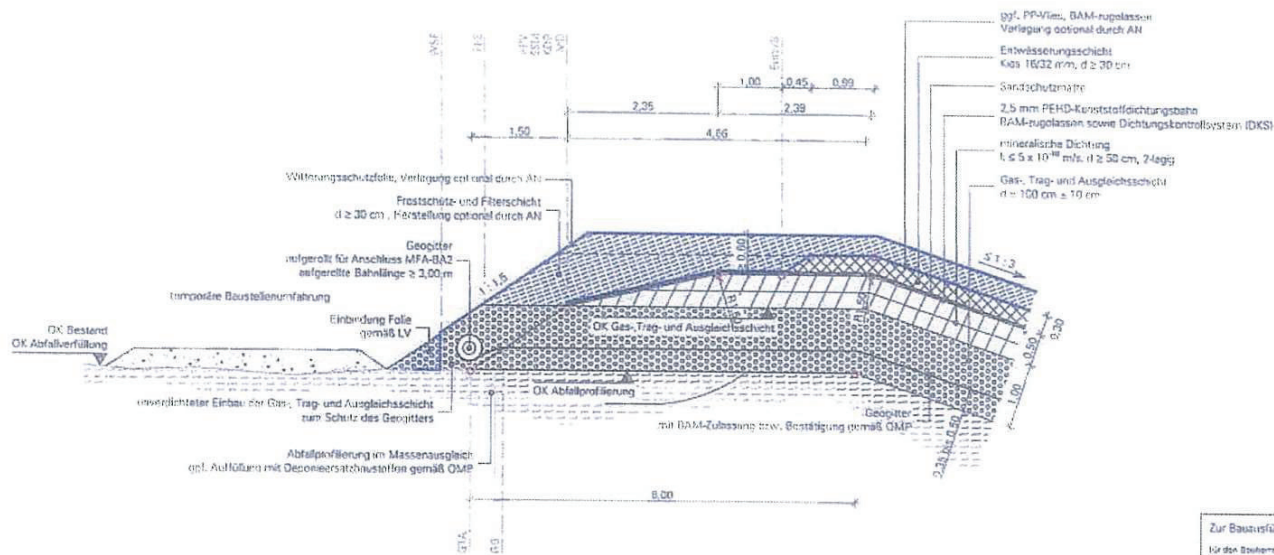
$$R_{d1} := \frac{G_1 \cdot \cos(\alpha_0) \cdot \tan(\delta_{\text{krit}})}{\gamma_\delta} - G_1 \cdot \sin(\alpha_0) \cdot \gamma_G + \frac{G_2 \cdot \cos(\alpha_1) \cdot (\tan(\delta_{1F}) + \tan(\delta_{\text{krit}}))}{\gamma_\delta} + \frac{G_2 \cdot \sin(\alpha_1)}{\gamma_\delta} \dots$$

$$+ \frac{G_3 \cdot (\tan(\delta_{1F}) + \tan(\delta_{\text{krit}}))}{\gamma_\delta} + \frac{G_4 \cdot (\tan(\delta_{1F}) + \tan(\delta_{\text{krit}}))}{\gamma_\delta}$$

$$R_{d1} = 101.618 \quad [\text{kN/m}] > F_{Ad} = 89.89 \quad [\text{kN/m}] \quad \text{Nachweis eingehalten}$$

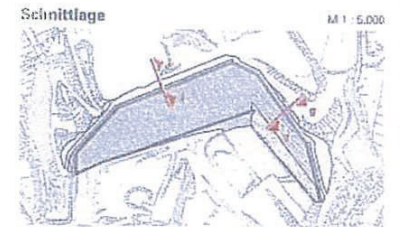
Regeldetail (f)

Randanschluss der MFA an der Böschungsoberkante im westlichen Bereich (Verfüllabschnitt VA4) mit Ausbauende im Plateaubereich



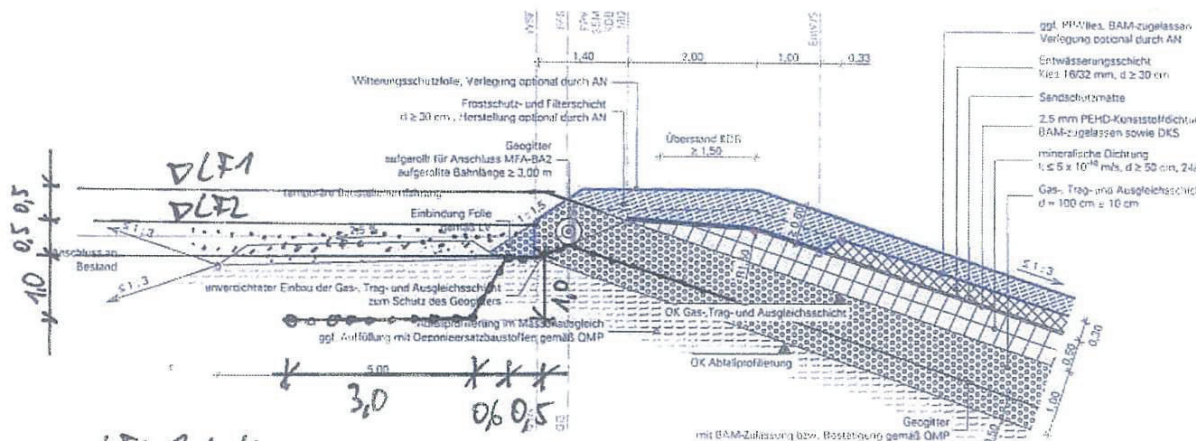
Legende

- Böschungsdruckanten gemäß Darstellung im Lageplan
- Bestand
- Leistungen optional durch AN
- ▨ nachlaufende Leistungen des AG
- Abrechnungsgrenzen Flächenbauwerke MFA gemäß LV mit:
 - 111 — Gas-, Trag- und Ausgleichsschicht
 - 112 — Geotextil
 - 113 — mineralische Dichtung
 - 114 — Kunststoffdichtungsbahn
 - 115 — Schutzmatte bzw. alternative Schutzlagen lt. LV
 - 116 — Entwässerungsschicht
 - 117 — PP/MS
 - 118 — Frostschürze- und Filterschicht
 - 119 — Witterungsschutzfolie




Regeldetail (g)

Randanschluss der MFA an der Böschungsoberkante im östlichen Bereich (Verfüllabschnitt VA6) mit Ausbauende im Böschungsbereich



DLF1
DLF2

DLF2 ≙ Anlagenhöhe für Geotextil des nächsten Bauabschnittes 30,5 m über GOK

Zur Bauausführung freigegeben:			
für den Bauherren Dr. Detlev Metzger	für den Planverfasser Dr. Detlev Metzger		
Index	Datum	Name	Änderung
Projekt			
Deponie Ihlenberg - Deponieabschnittstrennung mittels MFA Bauabschnitt 1			
Antraggeber			
Mienberger Abfallentsorgungsgesellschaft mbH			
 Mönchengladbach 1 41063 Solmsdorf Tel. 02883 3300 Fax 02883 330155			
Planverfasser			
Umtac Prof. Dr. Bodo I. Gasser Mönster Partnerschaft Berater: Ingenieure und Geologen Hafenstraße 7 42699 Solingen E-Mail: info@umtac.com www.umtac.com			
Projektnr.	U150110	Leistungsphase	Ausschreibung
bearbeitet	Becker		
gezeichnet	Jantzen	Planerstellung	Randanschlüsse Böschungsoberkante Regeldetail (f) und (g)
geprüft	TW		
TS			
Freitag	23.03.2012	Maßstab	1 : 50
		Blatt	1501AP/06