



BERICHT

Nr. 94649212/01

Datum: 17.06.2019

Auftraggeber:

Landratsamt Schweinfurt
Schrammstraße 1
97421 Schweinfurt

Auftrag vom:

29.03.2019

Inhalt des Auftrages:

Statische Prüfungen der Böschungsstandsicherheit

Bauort:

Deponie Rothmühle

Bauvorhaben:

Oberflächen- und Zwischenabdichtung der Deponie

Planung:

AU Consult GmbH
Provinostaße 52
86153 Augsburg

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Armin Stegner

Telefon Nr.:

+49 911 655-4843

Telefax Nr.:

+49 911 655-4851

E-Mail:

armin.stegner@de.tuv.com

TÜV Rheinland
LGA Bautechnik GmbH
Statik
Tillystraße 2
90431 Nürnberg

Tel +49 911 655 4843
Fax +49 911 655 4851
Mail bautechnik@de.tuv.com

Geschäftsführung
Andreas Geck

Nürnberg HRB 20586
Steuer-Nr. 241/115/90733
Ust-IdNr. DE813835574

Web www.tuv.com

Dieser Prüfungsbericht umfasst 4 Textseiten und 1 Anlage.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das/die im Prüfungsbericht genannte(n) Probenmaterial/ Prüfstück.

Dieser Prüfungsbericht darf nur im vollen Wortlaut veröffentlicht werden.
Jede Veröffentlichung in Kürzung oder Auszug bedarf der vorherigen Genehmigung durch die TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH.

Für die Auftragsabwicklung haben wir wesentliche Daten und Ihre Anschrift gespeichert.
Der Datenschutz ist gewährleistet.

1 Unterlagen

1.1 Planunterlagen

Plan SW 08/3-6c Regelschnitt Alt-/Neubereich
Plan SW 08/3-07 Regelschnitt Oberflächenabdichtung

1.2 Sonstige Unterlagen

GDA Empfehlungen
E 2-7 Nachweis der Gleitsicherheit von Abdichtungssystemen 8/2015
E 3-8 Bestimmung des Scherverhaltens von kombinierten Abdichtungssystemen 8/2015

2 Baubeschreibung / Inhalt

2.1 Baubeschreibung

Auf der Deponie Rothmühle werden Oberflächen- und Zwischenabdichtung geplant. Die Böschung der Oberflächenabdichtung besteht von unten nach oben aus Deponat, Ausgleichsschichten, Geosynthetischen Tondichtungsbahnen (GTD, Bentonitmatten), Kunststoffdichtungsbahnen (KDB), Vlies bzw. Sandmatte, Entwässerungsschicht und Rekultivierungsschicht. Die Böschung der Zwischenabdichtung besteht von unten nach oben aus Deponat, Abdeckungsmaterial, Kunststoffdichtungsbahnen (KDB), Vlies bzw. Sandmatte, und Entwässerungsschicht. Die maximale ausgeführte Böschungsneigung beträgt 1:3

2.2 Inhalt der Unterlagen

Standortsicherheitsnachweise für die beiden Ausführungen des Böschungsaufbaus

3 Einwirkungen

Böschungsneigung 1:3 => 18,4°

Veränderliche Einwirkung:

Schnee- und Verkehrslast 10 kN/m²

4 Baustoffe / Baugrund

Deponat

Reibungswinkel 30°
Kohäsion 0

Ausgleichsschichten

Reibungswinkel 32,5
Kohäsion 0

Geosynthetische Tondichtungsbahnen (zur Ausgleichsschicht)

Reibungswinkel 27,5
Kohäsion 2,78

Kunststoffdichtungsbahnen zur GTD

Reibungswinkel 27,6
 Kohäsion 2,37

Kunststoffdichtungsbahnen zur Schutzschicht/Sandmatte

Reibungswinkel 51,5
 Kohäsion 0

Kunststoffdrainelementen

Reibungswinkel 29,3
 Kohäsion 1,15

Rekultivierungsschicht

Reibungswinkel 27,5
 Kohäsion 8,00

5 Berechnungsergebnisse

Die Berechnungen sind in den Anlagen dokumentiert. In den Tabellen 1 und 2 werden die Ausnutzungsgrade für die berechneten Fugen jeweils für angegeben. In der maßgeblichen Fuge rekultivierungsboden zur geotextile Trennlage tritt ein Ausnutzungsgrad von 0,85 > erforderlich 1,00 auf. Alle Nachweise sind eingehalten.

Schichtfuge	Ausnutzung Schichtfuge mit Adhäsion	Berechnung
	BS-P (mit Schnee)	Anlage
Rekultivierungsboden / Geotextile Trennlage	0,82 (0,85)	1
Geotextile Trennlage / Flächendränge	0,69 (0,71)	2
Flächendrängeschicht / Schutzschicht	0,75 (0,76)	3
Schutzschicht / Kunststoffdichtungsbahn	0,33 (0,34)	4
Kunststoffdichtungsbahn / Tondichtungsbahn	0,70 (0,71)	5
Tondichtungsbahn / Ausgleichsschicht	0,68 (0,69)	6
Rekultivierungsboden / Flächendrängeschicht mit Verkehrsbelastung	0,70 (0,71)	7

Tabelle 1 Oberflächenabdichtung

Schichtfuge	Ausnutzung Schichtfuge mit Ad- häsion	Berechnung
	BS-P (mit Schnee)	Anlage
Filterschicht / Flächendrän- schicht	0,77 (0,81)	8
Flächendränschicht / Kunststoffdich- tungsbahn	0,53 (0,56)	9
Kunststoffdichtungsbahn / Schutzschicht	0,33 (0,34)	10
Schutzschicht / Untergrund	0,73 (0,77)	11

Tabelle 2 Zwischenabdichtung

6 Bemerkungen

Unsere Nachweise legen die Baustoffe und Baustoffkennwerte von vergleichbaren Bau-
 maßnahmen zu Grunde. Zur Ausführung ist eine Berechnung mit den tatsächlich zur An-
 wendung kommenden Materialien zu führen oder nachzuweisen, dass deren Kennwerte
 gegenüber unseren Annahmen auf der sicheren Seite liegen.

7 Ergebnis

Aufgrund unserer Berechnungen wird bestätigt, dass die in den Unterlagen 1.1 dargestell-
 ten Böschungsausführungen in statischer und konstruktiver Hinsicht dem Stand der Tech-
 nik entsprechen. Gegen die Ausführung bestehen, wenn die vorstehenden Hinweise be-
 achtet werden, aus dieser Sicht keine Bedenken.

TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH
 Statik



Dieter Straußberger
 Dipl.- Ing. (FH)
 Geschäftsfeldleiter

Bearbeiter:



Armin Stegner
 Dipl.-Ing.

Verteiler:
 LRA Schweinfurt

Bericht
 3-fach

Unterlagen
 3-fach

Deponie Rothmühle - Statische Prüfung der Böschungsstandsicherheit

Fuge Rekultivierungsschicht - Geotextile Trennlage

Nachweis der Standsicherheit eines geneigten Systems

Teilsicherheitsbeiwerte: Bemessungssituation BS: P = LF 1

Länge der Böschung $L = 90$ m
 Böschungsneigung 1 $2,75$

Dicke Bodenschicht 1 $1,5$ m
 Dicke Bodenschicht 2 18 kN/m³

Mittlere Aufstauhöhe $0,06$ m
 $h_w = 0,025$ m

Verkehrslast 0 kN/m²

Schneelast $1,21$ kN/m²

Reibungswinkel Fuge $18,1$ °
 Kohäsion/Adhäsion Fuge $5,8$ kN/m²
 tan delta = 0,3266731

Einwirkungen

Bemessungswert Gewichtskraft	$G_d = ((\gamma_{sk} \cdot (d_z - 1/2h_w) + \gamma_{sk} \cdot 1/2h_w) + \gamma_{sk} \cdot d_1) \cdot L =$	$2441,25$ kN/m ²	Gk =	$2441,25$ kN/m ²
Bemessungswert Verkehrslasten	$P_d = \gamma_{sk} \cdot P$	$0,00$ kN/m ²	Pk =	0 kN/m ²
Bemessungswert Schneelasten	$T_d = \gamma_{sk} \cdot s_k \cdot L =$	$141,57$ kN/m ²	Tk =	$108,90$ kN/m ²
Bemessungswert Strömungskraft	$S_d = \gamma_{sk} \cdot 1/2 \cdot \gamma_{sk} \cdot i \cdot h_w \cdot L$	$3,24$ kN/m ²	sk =	$3,84$ kN/m ²
Einwirkungen	$E_d = G_d \cdot \sin \beta + P_d \cdot \sin \beta + T_d \cdot \sin \beta + S_{w,d} =$	$886,51$ kN/m ²		ohne Schnee $838,12$ kN/m ²

Widerstände

Reibungskraft Boden	$R_{t,d} = [(G_k + P_k) \cdot \cos \beta + (T_d \cdot \cos \beta) / \gamma_{sk} + S_{w,d} \cdot \cos \beta] \cdot L =$	$1017,18$ kN/m ²
Reibungskraft Schnee	$i_{s,h,d} = (T_d \cdot \cos \beta) / \gamma_{sk} + S_{w,d} \cdot \cos \beta =$	$31,386$ kN/m ²

Nachweis der Standsicherheit eines geneigten Systems

Nachweis $R_{t,d} - E_d > 0$	ohne Schnee	$R_{t,d} = 1017,18$ kN/m ²	$E_d = 838,12$ kN/m ²	Nachweis erfüllt	0,82
Nachweis $R_{t,d} - E_d > 0$	mit Schnee	$R_{t,d} = 1048,57$ kN/m ²	$E_d = 886,51$ kN/m ²	Nachweis erfüllt	0,85

Ausnutzung

Deponie Rothmühle - Statische Prüfung der Böschungsstandsicherheit

Fuge - Geotextile Trennlage - Flächendränage

Nachweis der Standsicherheit eines geneigten Systems

Teilsicherheitsbeiwerte: Bemessungssituation BS-P = LF 1

Länge der Böschung
Böschungneigung L = $\frac{90}{3}$ m

Dicke Bodenschicht 1 1,5 m
Dicke Bodenschicht 2 $\frac{18}{10}$ kN/m³

Mittlere Aufstauhöhe hw = $\frac{0,05}{0,025}$ m
Wasserdichte 10 kN/m³

Verkehrslast 0 kN/m²
Schneelast 1,21 kN/m²

Reibungswinkel Fuge Kohäsion/Adhäsion Fuge $\frac{14,1}{9,2}$ tan delta = 0,25105

Einwirkungen

Bemessungswert Gewichtskraft	$G_d = ((\gamma_{sk} \cdot (d_r - 1/2h_w)) + \gamma_{sk} \cdot 1/2h_w) + \gamma_{sk} \cdot d_r \cdot L =$	2441,25 kN/m ²	Gk =	2441,25 kN/m ²
Bemessungswert Verkehrslasten	$P_d = \gamma_{sk} \cdot P$	0,00 kN/m ²	Pk =	0 kN/m ²
Bemessungswert Schneelasten	$T_d = \gamma_{sk} \cdot s_k \cdot L =$	141,57 kN/m ²	Tk =	108,90 kN/m ²
Bemessungswert Strömungskraft	$S_d = \gamma_{sk} \cdot 1/2 \cdot \gamma_{sk} \cdot i \cdot h_w \cdot L$	3,56 kN/m ²	sk =	3,56 kN/m ²
Einwirkungen	$E_d = G_d \cdot \sin\beta + P_d \cdot \sin\beta + T_d \cdot \sin\beta + S_{w,d} =$	820,32 kN/m ²	ohne Schnee	775,55 kN/m ²

Widerstände

Reibungskraft Boden	$R_{t,d} = [(G_k + P_k) \cdot \cos\beta + (T_d \cdot \cos\beta) / \gamma_{d,\text{delte}}] / \gamma_{d,\text{delte}} + a_k / \gamma_{d,\text{delte}} \cdot L =$	1127,54 kN/m ²	Ed =	775,55 kN/m ²
Reibungskraft Schnee	$t_{s,h,d} = (T_d \cdot \cos\beta) / \gamma_{d,\text{delte}} + a_k / \gamma_{d,\text{delte}} \cdot L =$	28,109 kN/m ²	Ed =	820,32 kN/m ²

Nachweis der Standsicherheit eines geneigten Systems

Nachweis $R_{t,d} - E_d > 0$	ohne Schnee	$R_{t,d} =$	1127,54 kN/m ²	$>$	Ed =	775,55 kN/m ²	Nachweis erfüllt	0,69
Nachweis $R_{t,d} - E_d > 0$	mit Schnee	$R_{t,d} =$	1155,65 kN/m ²	$>$	Ed =	820,32 kN/m ²	Nachweis erfüllt	0,71

Ausnutzung

Deponie Rothmühle - Statische Prüfung der Böschungsstandsicherheit

Fuge - Flächendränage - Schutzschicht

Nachweis der Standsicherheit eines geeigneten Systems

Teilsicherheitsbeiwerte: Bemessungssituation BS-P = LF 1

Länge der Böschung $L = \frac{90}{3} = 30$ m
Böschungneigung

Dicke Bodenschicht 1 $1,5$ m
Dicke Bodenschicht 2 $0,3$ m
Bodenwichte 18 kN/m³
 18 kN/m³

Mittlere Aufstauhöhe $0,05$ m
 $0,025$ m
Wasserdichte 10 kN/m³

Verkehrslast 0 kN/m²

Schneelast $1,21$ kN/m²

Reibungswinkel Fuge $29,1^\circ$
Kohäsion/Adhäsion Fuge 0 kN/m²
tan delta = $0,5562557$

Einwirkungen

Bemessungswert Gewichtskraft	$G_d = ((\gamma_{sk} \cdot (d_r - 1/2h_w)) + \gamma_{sk} \cdot 1/2h_w) + \gamma_{sk} \cdot d_1$	$\cdot L =$	$2907,00$ kN/m ²	Gk =	$2907,00$ kN/m ²
Bemessungswert Verkehrslasten	$P_d = \gamma_{sk} \cdot P$		$0,00$ kN/m ²	Pk =	0 kN/m ²
Bemessungswert Schneelasten	$T_d = \gamma_{sk} \cdot s_k \cdot L =$		$141,57$ kN/m ²	Tk =	$108,90$ kN/m ²
Bemessungswert Strömungskraft	$S_d = \gamma_{sk} \cdot 1/2 \cdot \gamma_{sk} \cdot i \cdot h_w \cdot L$		$3,56$ kN/m ²	sk =	$3,56$ kN/m ²
Einwirkungen	$E_d = G_d \cdot \sin\beta + P_d \cdot \sin\beta + T_d \cdot \sin\beta + S_{w,d}$		$967,60$ kN/m ²	ohne Schnee	

Widerstände

Reibungskraft Boden	$R_{t,d} = [(G_k + P_k) \cdot \cos\beta + (T_d \cdot \cos\beta) / \gamma_{sk} + S_{w,d} \cdot \cos\beta] \cdot \tan\phi_{sk}$	$1227,24$ kN/m ²	Ed =	$922,83$ kN/m ²	Nachweis erfüllt
Reibungskraft Schnee	$t_{s,h,d} = (T_d \cdot \cos\beta) / \gamma_{sk} + S_{w,d} \cdot \cos\beta$	$45,974$ kN/m ²	Ed =	$967,60$ kN/m ²	Nachweis erfüllt

Nachweis der Standsicherheit eines geeigneten Systems

Nachweis	$R_{t,d} - E_d > 0$	ohne Schnee	$R_{t,d} =$	$1227,24$ kN/m ²	$>$	$E_d =$	$922,83$ kN/m ²	Ausnutzung	$0,75$
Nachweis	$R_{t,d} - E_d > 0$	mit Schnee	$R_{t,d} =$	$1273,22$ kN/m ²	$>$	$E_d =$	$967,60$ kN/m ²		$0,76$

Deponie Rotmühle - Statische Prüfung der Böschungsstandsicherheit

Fuge - Schutzschicht - KDB

Nachweis der Standsicherheit eines geneigten Systems

Teilsicherheitsbeiwerte: Bemessungssituation BS-P = LF 1

Länge der Böschung Böschnungsneigung L =

1	90	3
---	----	---

 m

Dicke Bodenschicht 1

1,5

 m
Dicke Bodenschicht 2

0,3

 m
Bodenwichte

18

 kN/m³

18

 kN/m³

Mittlere Aufstaunhöhe hw =

0,05

 m

0,025

 m
Wasserwichte

10

 kN/m³

Verkehrslast

0

 kN/m²
Schneelast

1,21

 kN/m²

Reibungswinkel Fuge Kohäsion/Adhäsion Fuge

51,6

 °

0

 kN/m²
tan delta = 1,2605033

Einwirkungen

Bemessungswert Gewichtskraft	$G_d = ((\gamma_{sk} \cdot (d_r - 1/2h_w)) + \gamma_{sk} \cdot 1/2h_w) + \gamma_{sk} \cdot d_1) \cdot L =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>2907,00</td></tr></table> kN/m ²	2907,00	Gk =	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>2907,00</td></tr></table> kN/m ²	2907,00	Nachweis erfüllt	0,33
2907,00								
2907,00								
Bemessungswert Verkehrslasten	$P_d = \gamma_{oc} \cdot P$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>0,00</td></tr></table> kN/m ²	0,00	Pk =	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>0</td></tr></table> kN/m ²	0		
0,00								
0								
Bemessungswert Schneelasten	$T_d = \gamma_{sk} \cdot s_k \cdot L =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>141,57</td></tr></table> kN/m ²	141,57	Tk =	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>108,90</td></tr></table> kN/m ²	108,90		
141,57								
108,90								
Bemessungswert Strömungskraft	$S_d = \gamma_{sk} \cdot 1/2 \cdot \gamma_{sw} \cdot i \cdot h_w \cdot L$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>3,56</td></tr></table> kN/m ²	3,56	sk =	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>3,56</td></tr></table> kN/m ²	3,56		
3,56								
3,56								
Einwirkungen	$E_d = G_d \cdot \sin\beta + P_d \cdot \sin\beta + T_d \cdot \sin\beta + S_{w,d} =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>967,60</td></tr></table> kN/m ²	967,60	ohne Schnee				
967,60								

Widerstände

Reibungskraft Boden	$R_{t,d} = [(G_k + P_k) \cdot \cos\beta + (T_d \cdot \sin\beta) / \gamma_{sk} + S_{w,d} / \gamma_{sk}] \cdot \tan\delta =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>2781,00</td></tr></table> kN/m ²	2781,00	Ed =	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>922,83</td></tr></table> kN/m ²	922,83	Nachweis erfüllt	0,33
2781,00								
922,83								
Reibungskraft Schnee	$t_{s,h,d} = (T_d \cdot \cos\beta + S_{w,d} / \gamma_{sk}) / \gamma_{sk} =$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>104,180</td></tr></table> kN/m ²	104,180	Ed =	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>967,60</td></tr></table> kN/m ²	967,60	Nachweis erfüllt	0,34
104,180								
967,60								

Nachweis der Standsicherheit eines geneigten Systems

Nachweis $R_{t,d} - E_d > 0$	ohne Schnee	$R_{t,d} =$	2781,00 kN/m ²	>	Ed =	922,83 kN/m ²	Ausnutzung	0,33
Nachweis $R_{t,d} - E_d > 0$	mit Schnee	$R_{t,d} =$	2885,18 kN/m ²	>	Ed =	967,60 kN/m ²		0,34

Deponie Rothmühle - Statische Prüfung der Böschungsstandsicherheit

Fuge - KDB - geosynthetische Tondichtungsbahn

Nachweis der Standsicherheit eines geeigneten Systems

Teilsicherheitsbeiwerte: Bemessungssituation BS-P = LF 1

Länge der Böschung $L =$

1	90	3
---	----	---

 m
Böschungneigung

Dicke Bodenschicht 1 $1,5$ m

18

 kN/m³
Dicke Bodenschicht 2 $0,3$ m

18

 kN/m³

Mittlere Aufstauhöhe $0,05$ m

10

 kN/m³
 $h_w =$

0,025

 m

Verkehrslast 0 kN/m²

Schneelast $1,21$ kN/m²

Reibungswinkel Fuge $27,6^\circ$ $\tan \delta = 0,5224765$
Kohäsion/Adhäsion Fuge $2,37$ kN/m²

Einwirkungen

Bemessungswert Gewichtskraft	$G_d = ((\gamma_{sk} \cdot (d_x - 1/2 h_w)) + \gamma_{sk} \cdot 1/2 h_w) + \gamma_{sk} \cdot d_1) \cdot L =$	<table border="1"><tr><td>2907,00</td></tr></table> kN/m ²	2907,00	Gk =	<table border="1"><tr><td>2907,00</td></tr></table> kN/m ²	2907,00
2907,00						
2907,00						
Bemessungswert Verkehrslasten	$P_d = \gamma_{sk} \cdot P$	<table border="1"><tr><td>0,00</td></tr></table> kN/m ²	0,00	Pk =	<table border="1"><tr><td>0</td></tr></table> kN/m ²	0
0,00						
0						
Bemessungswert Schneelasten	$T_d = \gamma_{sk} \cdot s_k \cdot L =$	<table border="1"><tr><td>141,57</td></tr></table> kN/m ²	141,57	Tk =	<table border="1"><tr><td>108,90</td></tr></table> kN/m ²	108,90
141,57						
108,90						
Bemessungswert Strömungskraft	$S_d = \gamma_{sk} \cdot 1/2 \cdot \gamma_{sk} \cdot i \cdot h_w \cdot L$	<table border="1"><tr><td>3,56</td></tr></table> kN/m ²	3,56	sk =	<table border="1"><tr><td>3,56</td></tr></table> kN/m ²	3,56
3,56						
3,56						
Einwirkungen	$Ed = G_d \cdot \sin \beta + P_d \cdot \sin \beta + T_d \cdot \sin \beta + S_{w,d}$	<table border="1"><tr><td>987,60</td></tr></table> kN/m ²	987,60	ohne Schnee		
987,60						

Widerstände

Reibungskraft Boden	$R_{t,d} = [(G_k + P_k) \cdot \cos \beta + (T_d \cdot \cos \beta) / \gamma_{sk} + S_{w,d} \cdot \cos \beta] \cdot \gamma_{sk}$	<table border="1"><tr><td>1323,36</td></tr></table> kN/m ²	1323,36
1323,36			
Reibungskraft Schnee	$t_{s,h,d} = (T_d \cdot \cos \beta) / \gamma_{sk} + S_{w,d} \cdot \cos \beta$	<table border="1"><tr><td>45,078</td></tr></table> kN/m ²	45,078
45,078			

Nachweis der Standsicherheit eines geeigneten Systems

Nachweis $R_{t,d} - E_d > 0$	ohne Schnee	$R_{t,d} =$ <table border="1"><tr><td>1323,36</td></tr></table> kN/m ²	1323,36	$E_d =$ <table border="1"><tr><td>922,83</td></tr></table> kN/m ²	922,83	>	Nachweis erfüllt	0,70
1323,36								
922,83								
Nachweis $R_{t,d} - E_d > 0$	mit Schnee	$R_{t,d} =$ <table border="1"><tr><td>1368,44</td></tr></table> kN/m ²	1368,44	$E_d =$ <table border="1"><tr><td>967,60</td></tr></table> kN/m ²	967,60	>	Nachweis erfüllt	0,71
1368,44								
967,60								

Ausnutzung

Deponie Rothmühle - Statische Prüfung der Böschungsstandsicherheit

Fuge - geosynthetische Tondichtungsbahn - Ausgleichsschicht

Nachweis der Standsicherheit eines geneigten Systems

Teilsicherheitsbeiwerte: Bemessungssituation BS: P = LF 1

Länge der Böschung $L = \frac{90}{3} = 30$ m
 Böschungneigung

Dicke Bodenschicht 1 $1,5$ m
 Dicke Bodenschicht 2 $0,3$ m

Bodenwichte 18 kN/m³
 18 kN/m³

Mittlere Aufstauhöhe $0,05$ m
 $0,025$ m

Wasserwichte 10 kN/m³

Verkehrslast 0 kN/m²

Schneelast $1,21$ kN/m²

Reibungswinkel Fuge $27,5^\circ$
 Kohäsion/Adhäsion Fuge $2,78$ kN/m²

$\tan \delta = 0,5202578$

Einwirkungen

Bemessungswert Gewichtskraft	$G_d = ((\gamma_k \cdot (d_2 - 1/2h_w) + \gamma_{k,w}) + \gamma_{k,w} \cdot 1/2h_w) + \gamma_{k,w} \cdot d_1) \cdot L =$	$2907,00$ kN/m ²	Gk =	$2907,00$ kN/m ²
Bemessungswert Verkehrslasten	$P_d = \gamma_{k,q} \cdot P$	$0,00$ kN/m ²	PK =	0 kN/m ²
Bemessungswert Schneelasten	$T_d = \gamma_{k,s} \cdot s_k \cdot L =$	$141,57$ kN/m ²	Tk =	$108,90$ kN/m ²
Bemessungswert Strömungskraft	$S_d = \gamma_{k,w} \cdot 1/2 \cdot \gamma_{k,w} \cdot i \cdot h_w \cdot L$	$3,56$ kN/m ²	sk =	$3,56$ kN/m ²
Einwirkungen	$E_d = G_d \cdot \sin \beta + P_d \cdot \sin \beta + T_d \cdot \sin \beta + S_d =$	$967,60$ kN/m ²	ohne Schnee	$922,83$ kN/m ²

Widerstände

Reibungskraft Boden	$R_{t,d} = [(G_k + P_k) \cdot \cos \beta + (\tan \delta) / \gamma_{k,delta} \cdot \gamma_{k,delta} \cdot \gamma_{k,w} \cdot L] =$	$1347,98$ kN/m ²
Reibungskraft Schnee	$i_{s,h,d} = (T_d \cdot \cos \beta) / \gamma_{k,delta} \cdot \gamma_{k,delta} \cdot \gamma_{k,w} \cdot L =$	$45,223$ kN/m ²

Nachweis der Standsicherheit eines geneigten Systems

Nachweis $R_{t,d} - E_d > 0$	ohne Schnee	$R_{t,d} = 1347,98$ kN/m ²	$E_d = 922,83$ kN/m ²	Nachweis erfüllt	0,68
Nachweis $R_{t,d} - E_d > 0$	mit Schnee	$R_{t,d} = 1393,21$ kN/m ²	$E_d = 967,60$ kN/m ²	Nachweis erfüllt	0,69

Ausnutzung

Deponie Rothmühle - Statische Prüfung der Böschungsstandsicherheit

Fuge Rekultivierungsschicht - Geotextile Trennlage
 mit Verkehrsbelastung

Nachweis der Standsicherheit eines geneigten Systems

Teilsicherheitsbewerte: Bemessungssituation BS- **P** = LF **2**

Länge der Böschung **L** =

1	90	3
---	----	---

 m
 Böschungseigung

Dicke Bodenschicht 1

1,5

 m
 Dicke Bodenschicht 2

18

 kN/m³

Mittlere Aufstauhöhe **hw** =

0,05

 m

0,025

 m

Verkehrslast

10

 kN/m²

Schneelast

1,21

 kN/m²

Reibungswinkel Fuge

18,1

 °
 Kohäsion/Adhäsion Fuge

5,8

 kN/m²

tan delta = 0,3266731

Einwirkungen

Bemessungswert Gewichtskraft	$G_d = ((\gamma_{sk} \cdot (d_r - 1/2h_w)) + \gamma_{sk} \cdot 1/2h_w) + \gamma_{sk} \cdot d_1) \cdot L =$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>2441,25</td></tr></table> kN/m ²	2441,25	Gk =	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>2441,25</td></tr></table> kN/m ²	2441,25
2441,25						
2441,25						
Bemessungswert Verkehrslasten	$P_d = \gamma_{sk} \cdot P$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>12,00</td></tr></table> kN/m ²	12,00	Pk =	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>10</td></tr></table> kN/m ²	10
12,00						
10						
Bemessungswert Schneelasten	$T_d = \gamma_{sk} \cdot s_k \cdot L =$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>130,68</td></tr></table> kN/m ²	130,68	Tk =	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>108,90</td></tr></table> kN/m ²	108,90
130,68						
108,90						
Bemessungswert Strömungskraft	$S_d = \gamma_{sk} \cdot 1/2 \cdot \gamma_{sk} \cdot i \cdot h_w \cdot L$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>3,56</td></tr></table> kN/m ²	3,56	sk =	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>3,56</td></tr></table> kN/m ²	3,56
3,56						
3,56						
Einwirkungen	$E_d = G_d \cdot \sin\beta + P_d \cdot \sin\beta + T_d \cdot \sin\beta + S_{w,d}$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>820,67</td></tr></table> kN/m ²	820,67	ohne Schnee		
820,67						

Widerstände

Reibungskraft Boden	$R_{t,d} = [(G_k + P_k) \cdot \cos\beta + (T_d \cdot \cos\beta) / \gamma_{sk} + S_{w,d} / \gamma_{sk}] \cdot \tan\delta$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>1114,49</td></tr></table> kN/m ²	1114,49
1114,49			
Reibungskraft Schnee	$t_{s,h,d} = (T_d \cdot \cos\beta + S_{w,d}) / \gamma_{sk}$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>34,391</td></tr></table> kN/m ²	34,391
34,391			

Nachweis der Standsicherheit eines geneigten Systems

Nachweis	$R_{t,d} - E_d > 0$	ohne Schnee	$R_{t,d} =$	1114,49 kN/m ²	$E_d =$	779,34 kN/m ²	Nachweis erfüllt	0,70
Nachweis	$R_{t,d} - E_d > 0$	mit Schnee	$R_{t,d} =$	1148,88 kN/m ²	$E_d =$	820,67 kN/m ²	Nachweis erfüllt	0,71

Ausnutzung

Deponie Rothmühle - Statische Prüfung der Böschungsstandsicherheit
Zwischenabdichtung
Fuge - Filterschicht-Flächendränage

Nachweis der Standsicherheit eines geeigneten Systems

Teilsicherheitsbeiwerte: Bemessungssituation BS-P = LF 1

Länge der Böschung m
Böschungsneigung 1 90 3

Dicke Bodenschicht 1 0,3 m
Dicke Bodenschicht 2 17,1 kN/m³

Mittlere Aufstauhöhe hw = 0,05 m
0,025 m

Verkehrslast 0 kN/m²

Schneelast 1,21 kN/m²

Reibungswinkel Fuge Kohäsion/Achäsion Fuge 29,1°
0 kN/m²

tan delta = 0,5562557

Einwirkungen

Bemessungswert Gewichtskraft	$G_d = ((\gamma_{ak} \cdot (d_g - 1/2h_w) + \gamma_{ak} \cdot 1/2h_w) + \gamma_{ak} \cdot d_1) \cdot L =$	472,95 kN/m ²	Gk =	472,95 kN/m ²
Bemessungswert Verkehrslasten	$P_d = \gamma_{aq} \cdot P$	0,00 kN/m ²	Pk =	0 kN/m ²
Bemessungswert Schneelasten	$T_d = \gamma_{aq} \cdot s_k \cdot L =$	141,57 kN/m ²	Tk =	108,90 kN/m ²
Bemessungswert Strömungskraft	$S_d = \gamma_{aq} \cdot 1/2 \cdot \gamma_{aq} \cdot i \cdot h_w \cdot L$	3,56 kN/m ²	sk =	3,56 kN/m ²
Einwirkungen	$E_d = G_d \cdot \sin\beta + P_d \cdot \sin\beta + T_d \cdot \sin\beta + S_{w,d} =$	197,89 kN/m ²	ohne Schnee	153,12 kN/m ²

Widerstände

Reibungskraft Boden	$R_{t,d} = [(G_k + P_k) \cdot \cos\beta + (T_d \cdot \cos\beta) / \gamma_{a,delta} + a_k / \gamma_{a,delta} + a_v / \gamma_{a,delta}] \cdot L =$	199,66 kN/m ²	Ed =	153,12 kN/m ²	Nachweis erfüllt
Reibungskraft Schnee	$t_{s,h,d} = (T_d \cdot \cos\beta) / \gamma_{a,delta} + a_k / \gamma_{a,delta} + a_v / \gamma_{a,delta} =$	45,974 kN/m ²	Ed =	197,89 kN/m ²	Nachweis erfüllt

Nachweis der Standsicherheit eines geeigneten Systems

Nachweis $R_{t,d} - E_d > 0$	ohne Schnee	$R_{t,d} =$	199,66 kN/m ²	$E_d =$	153,12 kN/m ²	Nachweis erfüllt	Ausnutzung	0,77
Nachweis $R_{t,d} - E_d > 0$	mit Schnee	$R_{t,d} =$	245,64 kN/m ²	$E_d =$	197,89 kN/m ²	Nachweis erfüllt		0,81

Deponie Rothmühle - Statische Prüfung der Böschungsstandsicherheit

Zwischenabdichtung
 Fuge - Flächendränage - KDB

Nachweis der Standsicherheit eines geneigten Systems

Teilsicherheitsbeiwerte: Bemessungssituation BS-P = LF 1

Länge der Böschung $L = \frac{90}{3} = 30$ m
 Böschungseigung

Dicke Bodenschicht 1 $0,3$ m
 Dicke Bodenschicht 2 $0,3$ m

Bodenwichte $17,1$ kN/m³
 $17,1$ kN/m³

Mittlere Aufstauhöhe $0,05$ m
 $0,025$ m

Wasserswichte 10 kN/m³

Verkehrslast 0 kN/m²

Schneelast $1,21$ kN/m²

Reibungswinkel Fuge $27,8^\circ$
 Kohäsion/Adhäsion Fuge $2,63$ kN/m²
 tan delta = $0,5269259$

Einwirkungen

Bemessungswert Gewichtskraft	$G_d = ((\gamma_{sk} \cdot (d_z - 1/2h_w)) + \gamma_{sk} \cdot 1/2h_w) + \gamma_{sk} \cdot d_1$	$\cdot L =$	$915,41$ kN/m ²	Gk =	$915,41$ kN/m ²
Bemessungswert Verkehrslasten	$P_d = \gamma_{sk} \cdot P$		$0,00$ kN/m ²	Pk =	0 kN/m ²
Bemessungswert Schneelasten	$T_d = \gamma_{sk} \cdot s_k \cdot L$		$141,57$ kN/m ²	Tk =	$108,90$ kN/m ²
Bemessungswert Strömungskraft	$S_d = \gamma_{sk} \cdot 1/2 \cdot \gamma_{sk} \cdot i \cdot h_w \cdot L$		$3,56$ kN/m ²	sk =	$3,56$ kN/m ²
Einwirkungen	$E_d = G_d \cdot \sin \beta + P_d \cdot \sin \beta + T_d \cdot \sin \beta + S_{w,d}$		$337,80$ kN/m ²		$293,04$ kN/m ²
					ohne Schnee

Widerstände

Reibungskraft Boden	$R_{t,d} = [(G_k + P_k) \cdot \cos \beta + (T_d \cdot \cos \beta) / \gamma_{sk} + a_k \cdot \gamma_{sk} \cdot L]$		$555,44$ kN/m ²
Reibungskraft Schnee	$t_{s,h,d} = (T_d \cdot \cos \beta) / \gamma_{sk} + a_k \cdot \gamma_{sk} \cdot L$		$45,654$ kN/m ²

Nachweis der Standsicherheit eines geneigten Systems

Nachweis $R_{t,d} - E_d > 0$	ohne Schnee	$R_{t,d} =$	$555,44$ kN/m ²	$>$	$E_d =$	$293,04$ kN/m ²	Nachweis erfüllt	$0,53$
Nachweis $R_{t,d} - E_d > 0$	mit Schnee	$R_{t,d} =$	$601,10$ kN/m ²	$>$	$E_d =$	$337,80$ kN/m ²	Nachweis erfüllt	$0,56$
	Ausnutzung							

Deponie Rothmühle - Statische Prüfung der Böschungsstandsicherheit

Zwischenabdichtung
 Fuge - KDB - Schutzschicht

Nachweis der Standsicherheit eines geneigten Systems

Teilsicherheitsbeiwerte: Bemessungssituation BS-P = LF 1

Länge der Böschung $L =$ m
 Böschungneigung

Dicke Bodenschicht 1 m
 Dicke Bodenschicht 2 m
 Bodenschicht kN/m³
 kN/m³

Mittlere Aufstauhöhe m
 $h_w =$ m
 Wasserdichte kN/m³

Verkehrslast kN/m²

Schneelast kN/m²

Reibungswinkel Fuge °
 Kohäsion/Adhäsion Fuge kN/m²
 tan delta = 1,2605033

Einwirkungen

Bemessungswert Gewichtskraft	$G_d = ((\gamma_{s,1} \cdot (d_z - 1/2h_w) + \gamma_{s,2} \cdot 1/2h_w) \cdot \gamma_{s,3} \cdot d_1) \cdot L =$	<input type="text" value="915,41"/> kN/m²	Gk =	<input type="text" value="915,41"/> kN/m²
Bemessungswert Verkehrslasten	$P_d = \gamma_{s,4} \cdot P$	<input type="text" value="0,00"/> kN/m²	Pk =	<input type="text" value="0"/> kN/m²
Bemessungswert Schneelasten	$T_d = \gamma_{s,5} \cdot s_k \cdot L =$	<input type="text" value="141,57"/> kN/m²	Tk =	<input type="text" value="108,90"/> kN/m²
Bemessungswert Strömungskraft	$S_d = \gamma_{s,6} \cdot 1/2 \cdot \gamma_{s,7} \cdot i \cdot h_w \cdot L$	<input type="text" value="3,56"/> kN/m²	sk =	<input type="text" value="3,56"/> kN/m²
Einwirkungen	$Ed = G_d \cdot \sin \beta_{\text{beta}} + P_d \cdot \sin \beta_{\text{beta}} + T_d \cdot \sin \beta_{\text{beta}} + S_{w,d} =$	<input type="text" value="337,80"/> kN/m²	ohne Schnee	

Widerstände

Reibungskraft Boden	$R_{t,d} = [(G_k + P_k) \cdot \cos \beta_{\text{beta}} \cdot (\tan \delta_{\text{delta}}) / \gamma_{s,8} + a_{k,8} \cdot \gamma_{s,9} \cdot L] =$	<input type="text" value="875,73"/> kN/m²
Reibungskraft Schnee	$R_{s,h,d} = [T_d \cdot \cos \beta_{\text{beta}} \cdot (\tan \delta_{\text{delta}}) / \gamma_{s,10} + a_{k,10} \cdot \gamma_{s,11} \cdot L] =$	<input type="text" value="104,180"/> kN/m²

Nachweis der Standsicherheit eines geneigten Systems

Nachweis $R_{t,d} - E_d > 0$	ohne Schnee	$R_{t,d} =$ <input type="text" value="875,73"/> kN/m²	$E_d =$ <input type="text" value="293,04"/> kN/m²	Nachweis erfüllt	0,33
Nachweis $R_{t,d} - E_d > 0$	mit Schnee	$R_{t,d} =$ <input type="text" value="979,91"/> kN/m²	$E_d =$ <input type="text" value="337,80"/> kN/m²	Nachweis erfüllt	0,34

Ausnutzung

Deponie Rothmühle - Statische Prüfung der Böschungsstandsicherheit

Zwischenabdichtung
 Fuge - Schutzschicht - Untergrund

Nachweis der Standsicherheit eines geneigten Systems

Teilsicherheitsbeiwerte: Bemessungssituation BS-P = LF 1

Länge der Böschung m
 Böschungneigung $L = \frac{90}{3}$

Dicke Bodenschicht 1 0,3 m
 Dicke Bodenschicht 2 0,3 m
 Bodendichte 17,1 kN/m³
 Bodendichte 17,1 kN/m³

Mittlere Aufstauhöhe hw = 0,05 m
 0,025 m
 Wasserdichte 10 kN/m³

Verkehrslast 0 kN/m²
 Schneelast 1,21 kN/m²

Reibungswinkel Fuge 25,3°
 Kohäsion/Adhäsion Fuge 1 kN/m²
 tan delta = 0,472424

Einwirkungen

Bemessungswert Gewichtskraft	$G_d = ((\gamma_{sk} \cdot (d_z - 1/2h_w)) + \gamma_{sk} \cdot 1/2h_w) + \gamma_{sk} \cdot d_1$	* L =	915,41 kN/m²	Gk =	915,41 kN/m²
Bemessungswert Verkehrslasten	$P_d = \gamma_{acc} \cdot P$		0,00 kN/m²	Pk =	0 kN/m²
Bemessungswert Schneelasten	$T_d = \gamma_{acc} \cdot s_k \cdot L$		141,57 kN/m²	Tk =	108,90 kN/m²
Bemessungswert Strömungskraft	$S_d = \gamma_{acc} \cdot 1/2 \cdot \gamma_{w} \cdot i \cdot h_w \cdot L$		3,56 kN/m²	sk =	3,56 kN/m²
Einwirkungen	$E_d = G_d \cdot \sin \beta_{eff} + P_d \cdot \sin \beta_{eff} + T_d \cdot \sin \beta_{eff} + S_{w,d}$		337,60 kN/m²		ohne Schnee 293,04 kN/m²

Widerstände

Reibungskraft Boden	$R_{t,d} = [(G_k + P_k) \cdot \cos \beta_{eff} + (T_d \cdot \sin \beta_{eff}) / \gamma_{delta} + a_k \cdot \gamma_{acc} \cdot L]$		400,22 kN/m²	Ed =	293,04 kN/m²
Reibungskraft Schnee	$t_{s,h,d} = (T_d \cdot \cos \beta_{eff} + (T_d \cdot \sin \beta_{eff}) / \gamma_{delta}) / \gamma_{acc} \cdot a_k \cdot \gamma_{acc} \cdot L$		39,846 kN/m²	Ed =	337,60 kN/m²

Nachweis der Standsicherheit eines geneigten Systems

Nachweis	$R_{t,d} - E_d > 0$	ohne Schnee	$R_{t,d} = 400,22 \text{ kN/m}^2$	$E_d = 293,04 \text{ kN/m}^2$	Nachweis erfüllt	0,73
Nachweis	$R_{t,d} - E_d > 0$	mit Schnee	$R_{t,d} = 440,06 \text{ kN/m}^2$	$E_d = 337,60 \text{ kN/m}^2$	Nachweis erfüllt	0,77

Ausnutzung