

UNDERyourfeet • Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH • Frankenstraße 46 • 92353 Postbauer-Heng

Bermüller & Co. GmbH
z.Hd. Herr Sebastian Schiller

Rottdamer Str. 7
90451 Nürnberg

Ihr Zeichen

Unser Zeichen
2020-548

Postbauer-Heng
5. Januar 2021

Stützkonstruktion Abfallwirtschaft Kaiserslautern, Rev. B

Sehr geehrter Herr Schiller,

nach der Telefonkonferenz zur weiteren Spezifizierung der bewehrten Konstruktion am 06.11.2020 zur Ermittlung der Standsicherheit der Stützkonstruktionen im Rahmen des Neubaus der Umschlaghalle der Deponie Kapiteltal (Zentrale Abfallwirtschaft Kaiserslautern, ZAK) erhalten Sie hiermit unsere Neuberechnete Stellungnahme.

Im Zuge des Neubaus auf dem abfallenden Gelände sind umfangreiche Erdarbeiten erforderlich. Für die neue Umschlaghalle ist ein ebenes Gelände herzustellen, für das hangseitig Abtrag und talseitig umfangreicher Auftrag zu errichten ist. Sowohl die entstehende hangseitige Böschung als auch die talseitige Böschung sollen durch eine bis zu ca. 23,00 m hohe bewehrte Stützkonstruktion mit einer Außenhautneigung von 70° errichtet werden. Die Bodenparameter wurden zur wirtschaftlicheren Darstellung der Stützkonstruktion weiter konkretisiert. Im Bereich der bewehrten Stützkonstruktion soll ein nichtbindiger Boden mit einem geringfügig höheren Reibungswinkel als bisher (neu: $\Phi = 35^\circ$) eingesetzt werden. Als Hinterfüllmaterial soll das bestehende Material eingesetzt werden. Der Bereich, in dem das höherwertige Material eingesetzt werden muss, ist zu konkretisieren.

Oberhalb der talseitigen Böschung ist die neue Umschlaghalle geplant, die auf Streifenfundamenten gegründet ist und einen Abstand von ca. 10,0 m zur Böschungskante aufweist. Für die Streifenfundamente wird in der Vorbemessung eine Verkehrslast von 150 kN/m² angesetzt.

Auf Basis des derzeitigen Planungsstandes, der erforderlichen Konstruktionshöhe und den angegebenen bodenmechanischen Parametern haben wir Berechnungen zur Standsicherheit der Konstruktion durchgeführt. Hierbei wurde eine Hybridlösung aus Stahlbewehrung und Geokunststoffen berechnet, um einen standsicheren und wirtschaftlichen bewehrten Erdkörper zu gewährleisten.

1. Unterlagen

- [U1] Deponie Kapiteltal, Norderweiterung, Neubau Umschlaghalle, Lageplan mit Schürfe, Peschla + Rochmess Beratendes und planendes Ingenieurbüro, Revisionsdatum 10/20
- [U2] Deponie Kapiteltal, Norderweiterung, Neubau Umschlaghalle, Schnitte, Peschla + Rochmess Beratendes und planendes Ingenieurbüro, Revisionsdatum 09/20
- [U3] Neuer Standort Umschlaghalle, Projekt- Nr. P14135_12, Schurfprofil, Peschla + Rochmess Beratendes und planendes Ingenieurbüro, ohne Datum
- [U4] E-Mail mit Projektinformationen von Hr. S. Schiller, Bermüller & Co. GmbH, 28.10.2020

2. Sachstand

2.1. Randbedingungen

Im Rahmen des Neubaus der Umschlaghalle der Deponie Kapiteltal sind umfangreiche Erdarbeiten während der Freilegung des Gründungsniveaus erforderlich. Die Oberkante der

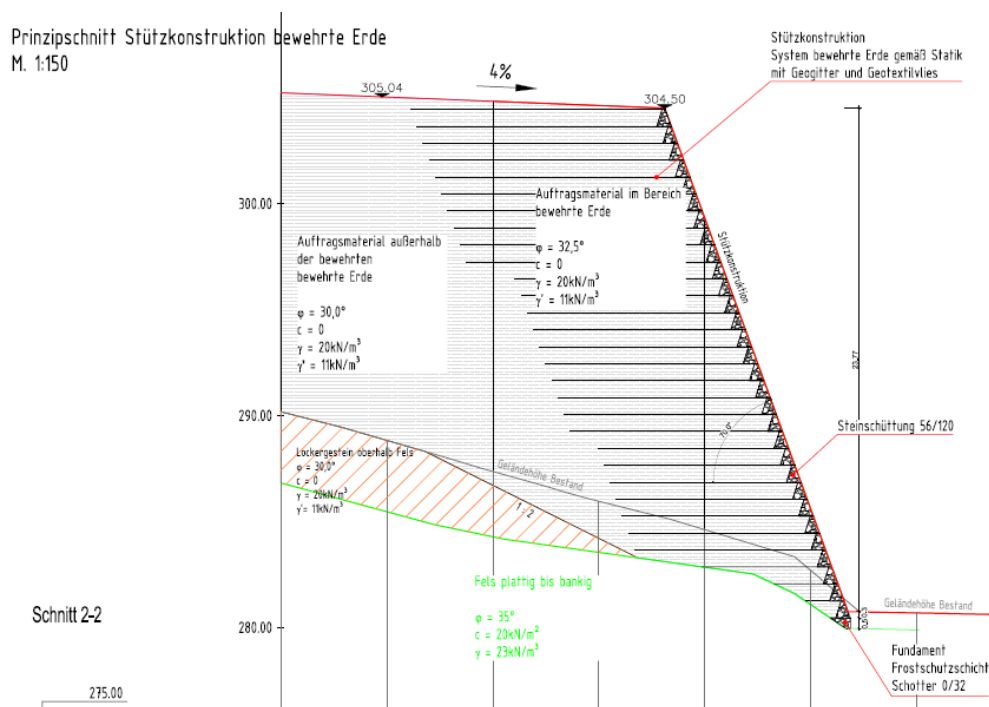


Abbildung 1: Querschnitt nach [U2]

fertigen Asphaltfläche im Bereich des Plateaus hat ein mit 4% in Richtung Südosten gerichtetes Gefälle und liegt zwischen 308,0 mNN und 305,0 mNN. Die bewehrte Erde ist mit einer Neigung von 70° geplant. Der maximale Querschnitt 2 – 2 ist in Abbildung 1, der Lageplan [U1] in Abbildung 2 dargestellt.

Zusätzlich sind in den Lageplan die derzeit berechneten Schnitt eingetragen. Berechnet werden der Schnitt 1 – 1 (Konstruktionshöhe 11,37 m), 2 – 2 (Konstruktionshöhe 23,12 m), die Zufahrt Z1 (Konstruktionshöhe 11,26 m), die Zufahrt Z mit einer Konstruktionshöhe von 5,00 m und der Schnitt 9 – 9 (Konstruktionshöhe 6,08 m). Zusätzlich wurden am Schnitt 2 – 2 die minimal möglichen Scherparameter des Hinterfüllmaterials ermittelt, um die maßgebenden Planungsparameter darzustellen.

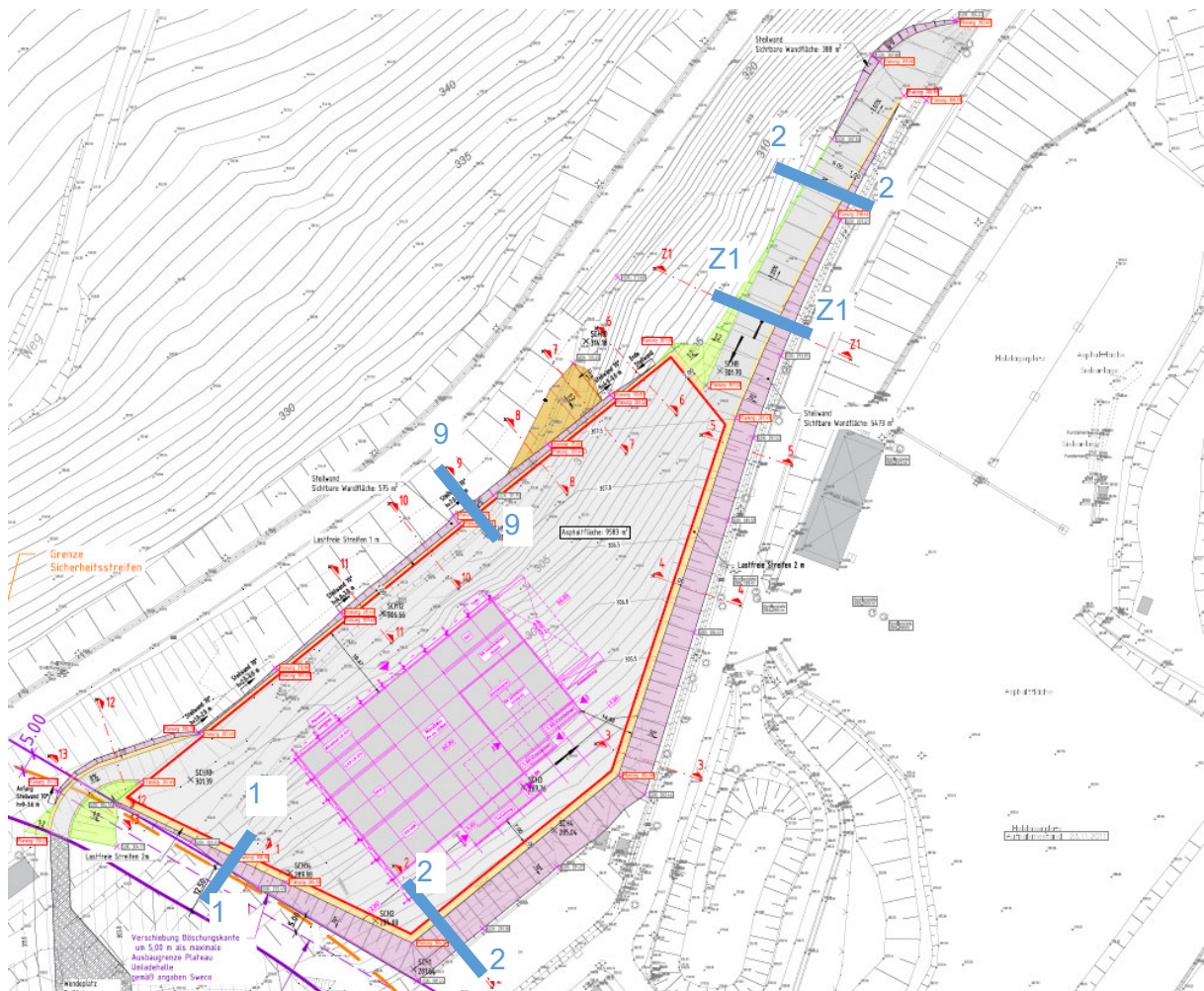


Abbildung 2: Lageplan nach [U1]

2.2. Böschungssicherungssystem

Green Terramesh® ist ein umweltfreundliches, modulares System, das zur Bildung von Böschungen aus bewehrter Erde verwendet wird. Es besteht aus vorgefertigten Einheiten aus doppelt gedrahtetem Stahldrahtgeflecht (Maschentyp 8x10 und einem geschweißten Netzpaneel. Zwei vorgeformte Stahlwinkel werden zur Montage vor Ort mitgeliefert, um die Einheiten im gewünschten Neigungswinkel zu halten, siehe Abbildung 3. Die geneigte Frontfläche ermöglicht

den Einbau unterschiedlicher Materialien als Ansichtsfläche. Die Steinschüttung muss auf die Öffnungsweite abgestimmt sein, sodass keine Steine durch die Außenhaut dringen können. Das Strahldrahtgeflecht übernimmt die lagenweise Bewehrung der Böschung bzw. Stützkonstruktion durch Aufnahme von Zugkräften. Der vertikale Abstand (t) der Gitter ergibt sich aus der Außenhaut und beträgt bei einer Neigung von 70° $t = 0,76$ m.

Das Schüttmaterial ist auf die Öffnungsweite des Stahldrahtgeflechts abzustellen. Einzelne Steine dürfen nicht durch die Außenhaut dringen. Die Verdichtung des Materials im Frontbereich sollte mit einem geringeren Verdichtungsgrad erfolgen, um Verformungen der Außenhaut zu minimieren. Aufgrund von Eigensetzungen des Schüttmaterials im Frontbereich sollte dieses um ein paar Zentimeter überhöht eingebaut werden, um Verformungen der Außenhaut durch direkte Kraftübertragung zwischen den Außenhautelementen zu minimieren.



Abbildung 3: Aufbau der Böschungskonstruktion

Das Füllmaterial ist im Vor-Kopf-Verfahren lagenweise in Schichtdicken von ca. $h = 40$ cm von der Außenhaut beginnend in den Erdkörper hinein einzubauen und zu verdichten. Die Verdichtungsleistung ist auf den Boden und die Schichtdicke anzupassen. Der Einbau, die Verdichtung sowie die Überprüfung des Verdichtungsgrades haben gemäß ZTVE-StB vor dem Einbau der folgenden Gitterlage zu erfolgen, bzw. nach den Vorgaben des örtlichen Baugrundsachverständigen zu erfolgen.

Zur Gewährleistung der Standsicherheit werden in einigen Lagen zusätzlich hochzugfeste Geogitterlagen „Paralink und Paragrid“ eingebaut. Diese werden ohne Umschlag direkt von der Außenhaut bis zur planmäßigen Einbindelänge auf das Gelände aufgelegt, bevor die nachfolgende Terramesh Gitterlage aufgestellt wird.

2.3. Untergrund

Die Stützkonstruktion wird einerseits direkt auf dem Felsuntergrund, andererseits aber teilweise auch auf dem Lockergestein gegründet. Aufgrund der Neigung der Felsoberkante ergibt sich am Fußpunkt der Böschung ein Keil, indem das Einbringen der Geogitter technisch kaum möglich ist. Zur besseren Herstellbarkeit und um geringe Gitterlängen zu ersetzen, wird für die Bemessung von einer Magerbetonfüllung ausgegangen, bis eine Gitterlänge von 3,00 m eingebaut

werden kann. Für die Bemessungsschnitte wird die Felskante aus den Querschnitten abgegriffen; für die weitere Planung sind die Einflussfaktoren zu diskutieren.

Es ist sicherzustellen, dass die in Tabelle 1 angegebenen bodenmechanischen Parameter der Konstruktion eingehalten werden.

Tabelle 1: charakteristische Bodenkennwerte

Schicht	Reibungswinkel φ [°]	Kohäsion c [kN/m ²]	Wichte γ [kN/m ³]	Wichte γ' [kN/m ³]
Bewehrte Erde	35,0	0,0	20,0	11,0
Beton	40,0	20,0	25,0	14,0
Auftragsmaterial	30,0	0,0	20,0	11,0
Lockergestein	30,0	0,0	20,0	11,0
Fels	35,0	20,0	23,0	13,0

2.4. Grundwasser

Während der Schurfarbeiten [U3] zur Erkundung des Felshorizontes wurde kein Grundwasser angetroffen. Für die Bemessung wird ein Wasserstand ca. 4,0 m unter dem Fußpunkt der Konstruktion angesetzt.

2.5. Belastung

Seitens der Vorplanung werden unter den Streifenfundamenten Belastungen von ca. 150 kN/m² angesetzt. Auf den Fahrwegen und auf der Oberkante der herzustellenden Ebene wird eine Belastung entsprechend einem SLW60 (Verkehrslast von 33,3 kN/m²) anzusetzen. Hierbei soll ein 1,0 m breiter lastfreier Streifen hinter der Böschungskante verbleiben.

2.6. Bewehrung

Bei der Berechnung und Dimensionierung des gitterbewehrten Erdkörpers ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit ein Gleichgewichtszustand zu gewährleisten. Hierbei liefert die Bewehrung eine Widerstandskraft in den Gleichgewichtsbedingungen. Maßgebend für die Widerstandskraft in diesen Nachweisen ist unter anderem die Bemessungsfestigkeit der Bewehrungslagen.

Für die vorliegende, gitterbewehrte Konstruktion werden zusätzlich Paragrid und Paralink Geogitter verwendet. Die Bemessungsfestigkeit der Gitter als bewehrende Elemente wird gemäß EBGeo durch Abminderung der Kurzzeitfestigkeit mit entsprechenden Abminderungsfaktoren ermittelt:

$$\text{Bemessungsfestigkeit } R_{B,d} = R_{B,k0} / (A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5 \cdot \gamma_M)$$

A_1 bis A_4 sind produktspezifische Abminderungsfaktoren:

- A_1 : Faktor für Kriechen (Zeitstandfestigkeit) für den Bemessungszeitraum 100 Jahre
- A_2 : Faktor für Beschädigung beim Transport, beim Einbau und bei der Verdichtung
- A_3 : Faktor für Fugen oder Überlappungen; hier $A_3 = 1,0$
- A_4 : Faktor für Umgebungseinflüsse bei angenommenen Umgebungsbedingungen von 20°C und einen pH- Wert von 4,0 – 9,0
- A_5 : Faktor für dynamische Einwirkungen, $A_5 = 1,0$, da keine dynamischen Einwirkungen
- γ_M : Faktor gemäß EBGEO: $\gamma_M = 1,4$ (BS 1), $\gamma_M = 1,3$ (BS 2), $\gamma_M = 1,1$ (BS 3)
- $R_{Bi,k0}$: Nennwert der Kurzzeitfestigkeit des Gitters
- $R_{Bi,k1}$: Langzeitfestigkeit des Gitters ($R_{Bi,k1} = R_{Bi,0}/A_1$)

Tabelle 2: Gitterfestigkeiten und Abminderungsfaktoren

Gitter	$R_{Bi,k0}$ (Kurzzeitzugfestigkeit)	A_1	A_2	A_3	A_4	$R_{Bi,d}$
	[kN/m]		$d_{max.} \leq 45\text{mm}$		$4,0 < \text{pH} < 9,0$	[kN/m]
Terramesh® green	35,00	1,00	1,09	1,00	1,05	21,84
Paragrid 200	200,00	1,38	1,10	1,00	1,08	87,14
Paralink 300	300,00	1,38	1,10	1,00	1,08	130,71

3. Berechnungsergebnisse

In den Berechnungen (Anlagen A – E) sind die Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen, Materialeigenschaften und Widerstände im Endzustand berücksichtigt, so dass die Standsicherheit gegeben ist, wenn die resultierenden Ausnutzungsgrade $\mu \leq 1,0$ sind. Der Maximalwert des Auslastungsgrades aus der Berechnung ist in *Tabelle 3* angegeben.

Tabelle 3: Auslastungsgrade der Konstruktion mit Terramesh

Globale Standsicherheit							
Konstruktionshöhe [m]	11,37	23,12	23,12	6,08	4,56	11,26	5,00
Querschnitt	1 - 1	2 - 2	2 - 2	9 - 9	9 – 9 a	Z1	Z (5,0 m)
Reibungswinkel Hinterfüllmaterial	30,0	35,0	30,0	-	-	35,0	35,0
Umschlaglänge [m]	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Lagenabstand [m]	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Kippen	$e < b/6$	$e < b/6$	$e < b/6$	$e < b/6$	$e < b/6$	$e < b/6$	$e < b/6$
Gleiten	0,70	0,90	0,48	0,63	0,64	0,86	0,46
Grundbruch	0,43	1,55	0,72	0,13	0,12	0,29	0,11
Gleitkreisberechnung	0,99	1,00	1,00	0,87	0,84	1,00	0,97
Bewehrungslagen geschnitten							
Zweikörper- bruchmechanismus	0,90	0,99	0,99	0,98	0,97	0,98	0,87

Um eine wirtschaftliche Konstruktion zu gewährleisten wurde der bewehrte Erdkörper unter den projektspezifischen Randbedingungen sehr hoch ausgelastet. Die Bodenparameter sind daher zwingend zu erreichen.

Alternativ wurden für den Schnitt 2 – 2 die minimal erforderlichen Bodenparameter ermittelt. Hier sollte mindestens ein Boden mit einem Reibungswinkel von 30° verwendet werden, um die Gesamtstandsicherheit der Konstruktion zu gewährleisten.

Zur Gewährleistung einer ausreichenden rechnerischen Grundbruchsicherheit muss der Betonkörper am Fuß der Böschung mindestens mit einer Breite von 2,00 m ausgeführt werden.

Zur Gewährleistung einer standsicheren Außenhaut sind die einzelnen Lagen der Terramesh Gitter mit mindestens 6 Klammern pro Meter mit der nachfolgenden Lage zu verbinden.

Unterhalb des bewehrten Erdkörpers ist der Einbau einer 0,80 m mächtigen Schottertragschicht geplant. Auf der sicheren Seite liegend wurde diese in der Berechnung nicht angesetzt.

Es ist sicherzustellen, dass das Schüttmaterial der bewehrten Konstruktion mindestens bis 4,00 m hinter die Bewehrungslagen eingebaut wird, um die Gesamtstandsicherheit zu erfüllen. Hinter diesem Bereich kann Boden mit geringeren Scherparametern eingebaut werden.

Für die Errichtung der bewehrten Konstruktion ist eine Böschung zum bestehenden Gelände zu errichten. Die Böschungsneigung der Baugrube ist gemäß DIN 4124 in Abhängigkeit der Bodenart auszuführen, es ist auf eine ausreichende Verzahnung mit dem vorhandenen anstehenden Bodenmaterial zu achten.

4. Zusätzliche Hinweise

Aufgrund der hohen Auslastung können bereits geringfügige Geometrieänderungen zu einer nicht ausreichend standsicheren Konstruktion führen. In diesem Fall ist eine zusätzliche Berechnung erforderlich. Vor Ausführung der Konstruktion sollte mit dem Unterzeichner Rücksprache gehalten werden.

Bei dieser Ausarbeitung handelt es sich um eine produktspezifische Empfehlung, die nicht auf andere Geogitter übertragen werden kann. Sofern die der Ausführung zugrunde gelegten Projekttrandbedingungen sich ändern, bzw. nicht mit den tatsächlichen Randbedingungen vor Ort übereinstimmen, ist eine erneute Empfehlung unter Betrachtung der veränderten Randbedingungen notwendig.

Wir hoffen, Sie hiermit bei der Projektvorbereitung im Sinne eines sicheren und kostengünstigen Entwurfes unterstützen zu können. Für Rückfragen oder weiteren Informationen stehen wir selbstverständlich gern zur Verfügung.

Gerne stehen wir für Diskussionen zur Optimierung des bewehrten Erdkörpers und eine nähere Betrachtung von zusätzlichen Querschnitten zur Verfügung.

Für Rückfragen oder weiteren Informationen stehen wir selbstverständlich gern zur Verfügung.

mit freundlichen Grüßen

UNDERyourfeet
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH



Dr.-Ing. Florian Bussert

Anlage A: Schnitt 1 – 1, 11,37 m Konstruktionshöhe, 70° Neigung

Anlage B.1: Schnitt 2 – 2, 23,12 m Konstruktionshöhe, 70° Neigung

Anlage B.2: Schnitt 2 – 2, 23,12 m Konstruktionshöhe, 70° Neigung, Hinterfüllung: $\Phi = 35^\circ$

Anlage C.1: Schnitt 9 – 9, 6,08 m Konstruktionshöhe, 70° Neigung

Anlage C.2: Schnitt 9 – 9, 4,54 m Konstruktionshöhe, 70° Neigung

Anlage D: Schnitt Z1, 11,26 m Konstruktionshöhe, 70° Neigung

Anlage E: Schnitt Zufahrt, 5,0 m Konstruktionshöhe, 70° Neigung

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
	40.00	20.00	25.00	Beton
	30.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
	35.00	20.00	23.00	Fels

Norm: EC 7
Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.99$
 $x_m = -3.43 \text{ m}$ $y_m = 326.38 \text{ m}$
 $R = 33.76 \text{ m}$
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\phi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$

Legende Wand
ABMESSUNGEN
unten: $x = 0.000$ $y = 294.800 \text{ m}$
Länge = 12.153 m Neigung Betonschale = 70.09 °

Geosynthetics									
Nr.	Tiefe [m]	L [m]	μ [-]	R_k [kN/m]	L_0 [m]	$E_{u,1}$ [kN/m]	max E_z [kN/m]	R_d [kN/m]	μ_d [-]
20	305.45	4.00	0.50	3.90	0.65			21.84	
19	304.68	4.00	0.50	3.96	0.65			21.84	
18	303.93	4.00	0.50	5.73	0.65			21.84	
17	303.17	4.00	0.50	5.84	0.65			21.84	
16	302.41	4.00	0.50	5.84	0.65			21.84	
15	301.64	4.00	0.50	5.84	0.65	20.29	20.29	21.84	0.93
14	300.89	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
13	300.88	6.00	0.80	0.00	0.00	87.34	87.34	87.34	1.00
12	300.12	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
11	299.36	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
10	299.35	6.00	0.80	0.00	0.00	87.34	87.34	87.34	1.00
9	298.60	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
8	297.85	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
7	297.84	8.00	0.50	0.00	0.00	87.34	87.34	87.34	1.00
6	297.08	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
5	296.33	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
4	296.32	8.00	0.80	0.00	0.00	87.34	87.34	87.34	1.00
3	295.56	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
2	294.81	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
1	294.80	8.00	0.80	0.00	0.00	87.34	87.34	87.34	1.00

$E_{u,1}$ = Kraft aus Bruchmechanismus
 μ_d = Ausnutzung Geos. = $(E_{u,2}/R_{d,2})$ bzw. max E_d/R_d
GE0-2: $\mu_d = 1.30$ $\mu_d = 1.00$

UNDER your feet

Entwickeln | Berechnen | Beraten

Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH

Frankenstraße 46

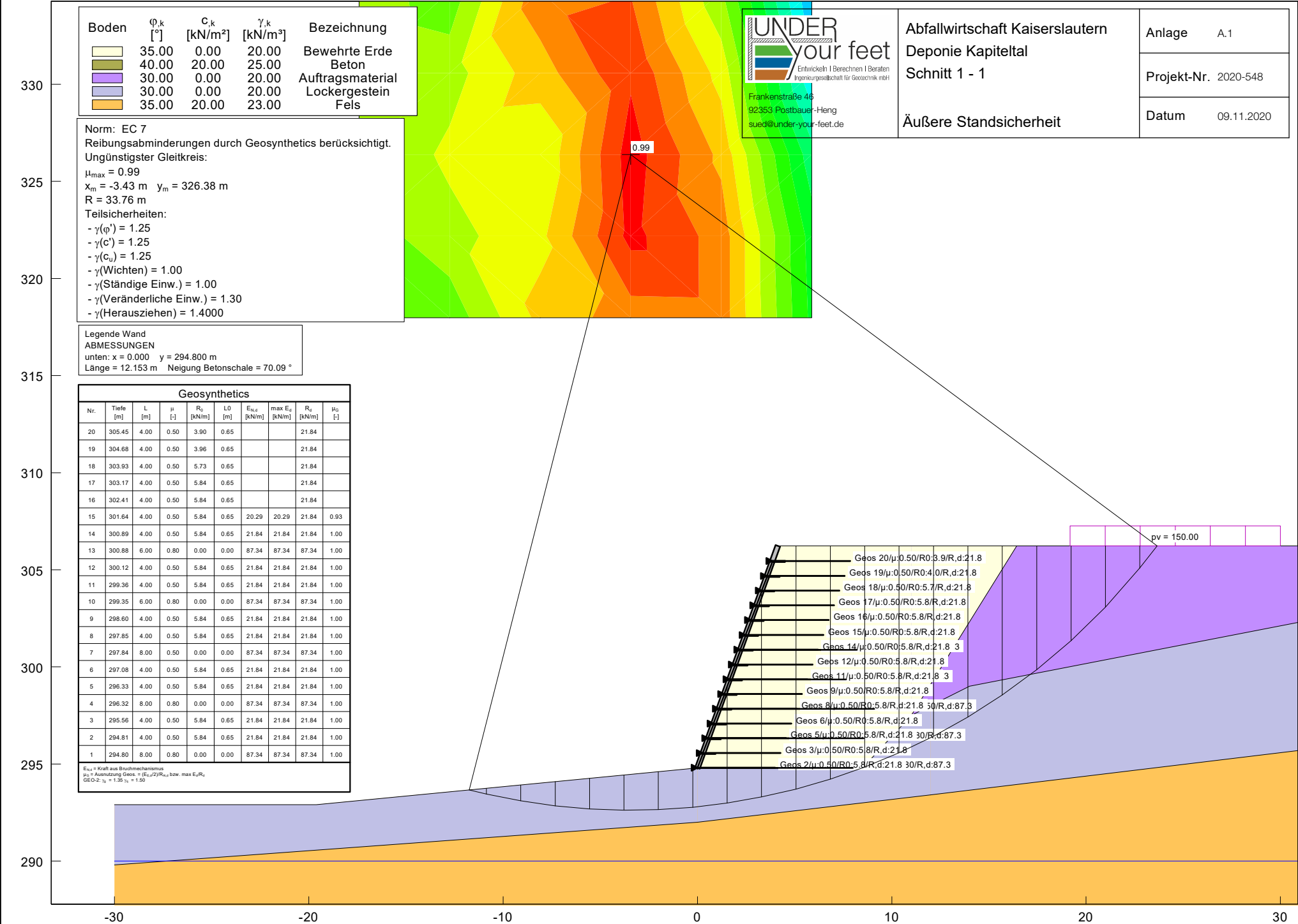
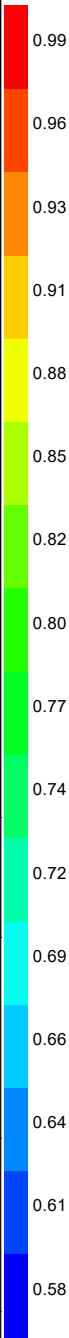
92353 Postbauer-Heng

sued@under-your-feet.de

Abfallwirtschaft Kaiserslautern
Deponie Kapittelal
Schnitt 1 - 1

Äußere Standsicherheit

Anlage	A.1
Projekt-Nr.	2020-548
Datum	09.11.2020



Böschungsberechnung nach EC 7 mit Kreisgleitflächen

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel
 c [kN/m²] = Kohäsion
 γ [kN/m³] = Wichte
 μ [-] = Ausnutzungsgrad
 x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
 rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$
- $\gamma_m(c') = 1.25$
- $\gamma_m(c_u) = 1.25$
- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma_m(\text{Herausziehen}) = 1.4000$ (GEO-2)

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	292.899	2	-19.613	292.899	3	0.000	294.800	4	4.138	306.227	5	12.000	306.227
6	50.000	306.227												

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	40.00	20.00	25.00	Beton
3	30.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
5	35.00	20.00	23.00	Fels

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	29.26	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	33.87	16.00	25.00	Beton
3	24.79	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	24.79	0.00	20.00	Lockergestein
5	29.26	16.00	23.00	Fels

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	294.800	8.500	294.800	1
2	8.500	294.800	11.000	297.500	1
3	11.000	297.500	16.430	306.227	1
4	11.000	297.500	14.000	299.000	3
5	14.000	299.000	50.000	306.000	3
6	-30.000	289.800	0.000	292.000	4
7	0.000	292.000	12.000	293.409	4
8	12.000	293.409	50.000	298.000	4
9	-30.000	280.000	50.000	280.000	5

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	290.000	2	50.000	290.000

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	150.00	150.00	19.18	30.00	306.23

Geosynthetics

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
 Haftspannung f berechnet mit:

$$f = \mu \cdot \tan(\varphi) \cdot \sigma'$$

μ [-] = Abminderungsfaktor der Reibung zwischen Boden und Geosynthetic

σ' [kN/m²] = effektive Spannung

R0 [kN/m] = Bemessungskraft am Anschluss

R,d [kN/m] = aufnehmbare Bemessungskraft

Rückschlag oben [m]: 20.000

Nr.	x1	y1	x2	y2	μ	L0	R0	R,d
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.00	294.80	8.00	294.80	0.800	0.00	0.00	87.34
2	0.00	294.81	4.00	294.81	0.500	0.65	5.84	21.84
3	0.28	295.56	4.28	295.56	0.500	0.65	5.84	21.84
4	0.55	296.32	8.55	296.32	0.800	0.00	0.00	87.34
5	0.55	296.33	4.55	296.33	0.500	0.65	5.84	21.84
6	0.83	297.08	4.83	297.08	0.500	0.65	5.84	21.84
7	1.10	297.84	9.10	297.84	0.500	0.00	0.00	87.34
8	1.10	297.85	5.10	297.85	0.500	0.65	5.84	21.84
9	1.38	298.60	5.38	298.60	0.500	0.65	5.84	21.84
10	1.65	299.35	7.65	299.35	0.800	0.00	0.00	87.34
11	1.65	299.36	5.65	299.36	0.500	0.65	5.84	21.84
12	1.93	300.12	5.93	300.12	0.500	0.65	5.84	21.84
13	2.20	300.88	8.20	300.88	0.800	0.00	0.00	87.34
14	2.21	300.89	6.21	300.89	0.500	0.65	5.84	21.84
15	2.48	301.64	6.48	301.64	0.500	0.65	5.84	21.84
16	2.76	302.41	6.76	302.41	0.500	0.65	5.84	21.84
17	3.03	303.17	7.03	303.17	0.500	0.65	5.84	21.84
18	3.31	303.93	7.31	303.93	0.500	0.65	5.73	21.84
19	3.58	304.68	7.58	304.68	0.500	0.65	3.96	21.84
20	3.86	305.45	7.86	305.45	0.500	0.65	3.90	21.84

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Wand

Abmessungen

unten: x = 0.000 y = 294.800 m

Länge = 12.153 m Neigung = 70.09 °

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 8.5000 294.8000

x / y (Ende): 6.3498 301.6820

Anzahl Radian = 40

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
21	-3.4319	326.3824	33.7612	20	0.9860	71540.127	72555.359	72555.4	0.0	71540.1	0.0

314
312
310
308
306
304
302
300
298
296
294
292

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
	40.00	20.00	25.00	Beton
	30.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
	35.00	20.00	23.00	Fels

Norm: EC 7
Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$
Gleitkörper Nr. 577: $\mu = 0.90$
mit Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien

Legende Wand
ABMESSUNGEN
unten: $x = 0.000$ $y = 294.800$ m
Länge = 12.153 m Neigung Betonschale = 70.09 °
GRUNDDATEN
 $H_{k,g,q} / H_{k,g} = \text{Erddruck} = 293.01 / 293.01$ kN/m
Neigung Hinterkante Wand = 90.00 °
Wandreibungswinkel δ / Reibungswinkel $\phi = 0.667$
Abmind. Erddruck wg. Neigung Hinterkante Wand und $\delta = 0.828$
 $V_{k,g,q} / V_{k,g} = 1355.49 / 1355.49$ kN/m
Momente um Mittelpunkt Wandsohle:
 $M_{k,g,q} / M_{k,g}$ (aus H-Kräften) = 1116.09 / 1116.09 kN-m/m
 $M_{k,g,q} / M_{k,g}$ (aus V-Kräften) = -1239.06 / -1239.06 kN-m/m
 $b = 8.00$ m
 $\varphi_k = 30.0^\circ$
Teilsicherheiten (GEO-2):
 γ_g (Ständige Einw.) = 1.35
 γ_q (Veränderliche Einw.) = 1.50
GLEITEN
 γ (Gleit) = 1.10
 $\mu_{g,q} / \mu_g$ (Gleit) = 0.70 / 0.70
 $\varphi_k = 24.8^\circ$ (Geosynthetic in Gleitfluge)
KIPPSICHERHEIT
Exzentrizität $e_{g,q} / e_g = -0.091 / -0.091$ m
zul $e_{g,q} = 2.667 = b/3$ / zul $e_g = 1.333$ m = $b/3$
Kippsicherheit γ_q erfüllt
Kippsicherheit γ_g erfüllt
GRUNDBRUCH für ebenes Gelände
 $c_k = 0.0$ kN/m²
 $\gamma_{2,k} = 20.0$ kN/m³
 γ (Grundbruch) = 1.40
 $\mu_{g,q} / \mu_g$ (Grundbruch) = 0.43 / 0.43

Geosynthetics													
Nr.	Tiefe [m]	L [m]	μ [-]	R_d [kN/m]	L_d [m]	$E_{t,d}$ [kN/m]	$R_{d,d}$ [kN/m]	$E_{t,d}/2$ [kN/m]	max $E_{t,d}$ [kN/m]	R_d [kN/m]	μ_d [-]	$\eta_{t,d}$ [-]	
20	305.45	4.00	0.50	3.90	0.65	16.86	3.90*	0.42	16.86	21.84	0.77	1.0	
19	304.68	4.00	0.50	3.96	0.65	21.84	3.96*	0.61	21.84	21.84	1.00	1.0	
18	303.93	4.00	0.50	5.73	0.65	21.84	5.73*	0.98	21.84	21.84	1.00	1.0	
17	303.17	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	5.84*	1.38	21.84	21.84	1.00	1.0	
16	302.41	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	5.84*	1.77	21.84	21.84	1.00	1.0	
15	301.64	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	5.84*	2.19	21.84	21.84	1.00	0.5	
14	300.89	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	5.84*	2.52	21.84	21.84	1.00	0.5	
13	300.88	6.00	0.80	0.00	0.00	87.34	0.00*	-	87.34	87.34	1.00	0.5	
12	300.12	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	5.84*	2.98	21.84	21.84	1.00	0.5	
11	299.36	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	5.84*	3.33	21.84	21.84	1.00	0.5	
10	299.35	6.00	0.80	0.00	0.00	87.34	0.00*	-	87.34	87.34	1.00	0.5	
9	298.60	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	5.84*	3.72	21.84	21.84	1.00	0.5	
8	297.85	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	5.84*	4.06	21.84	21.84	1.00	0.5	
7	297.84	8.00	0.50	0.00	0.00	87.34	0.00*	-	87.34	87.34	1.00	0.5	
6	297.08	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	5.84*	4.56	21.84	21.84	1.00	0.5	
5	296.33	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	5.84*	4.83	21.84	21.84	1.00	0.5	
4	296.32	8.00	0.80	0.00	0.00	87.34	0.00*	-	87.34	87.34	1.00	0.5	
3	295.56	4.00	0.50	5.84	0.65	21.84	5.84*	5.35	21.84	21.84	1.00	0.5	
2	294.81	4.00	0.50	5.84	0.65					21.84			
1	294.80	8.00	0.80	0.00	0.00					87.34			

$E_{t,d}$ = Kraft aus Bruchmechanismus
 $R_{d,d}$ = Bruchmechanischer Widerstand
 $E_{t,d}$ = Einwirkungskraft auf Geotextil
 μ_d = Reibungskoeffizient zwischen Geotextil und Boden
 $\eta_{t,d}$ = Reduktionskoeffizient für die Bruchmechanik
 γ = Teilsicherheitsbeiwert
*) = Reibungswinkel δ = 0.667 (Bodenmechanik)

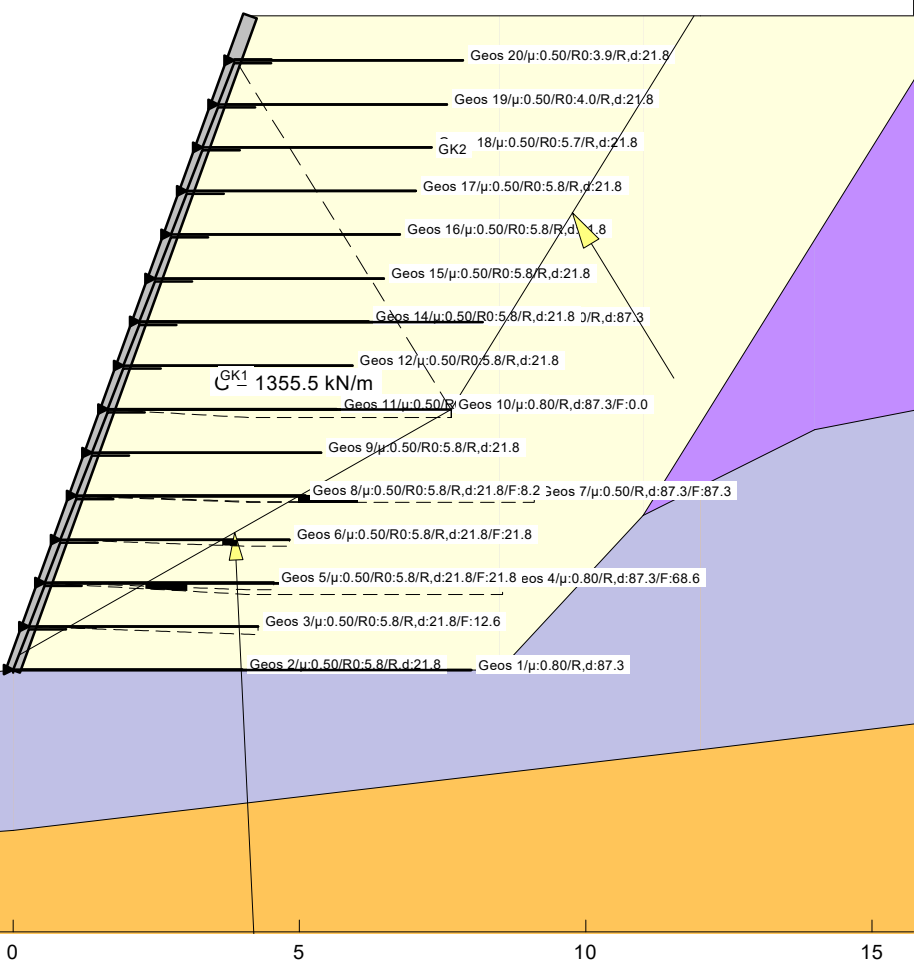
UNDER
your feet

Entwickeln | Berechnen | Beraten
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH

Frankenstraße 46
92353 Postbauer-Heng
sued@under-your-feet.de

Abfallwirtschaft Kaiserslautern
Deponie Kapittelal
Schnitt 1 - 1
Innere Standsicherheit

Anlage A.1
Projekt-Nr. 2020-548
Datum 09.11.2020



Böschungsberechnung nach EC 7 mit Starrkörperbruchmechanismen

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

dTh [kN/m] = erforderliche horizontale Zusatzkraft, um für "eta bzw $\mu = 1.0$ " das Krafteck zu schliessen

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$
- $\gamma_m(c') = 1.25$
- $\gamma_m(c_u) = 1.25$
- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma_m(\text{Herausziehen}) = 1.4000$ (GEO-2)

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	292.899	2	-19.613	292.899	3	0.000	294.800	4	4.138	306.227	5	12.000	306.227
6	50.000	306.227												

Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien berücksichtigt.

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	40.00	20.00	25.00	Beton
3	30.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
5	35.00	20.00	23.00	Fels

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	29.26	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	33.87	16.00	25.00	Beton
3	24.79	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	24.79	0.00	20.00	Lockergestein
5	29.26	16.00	23.00	Fels

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	294.800	8.500	294.800	1
2	8.500	294.800	11.000	297.500	1
3	11.000	297.500	16.430	306.227	1
4	11.000	297.500	14.000	299.000	3
5	14.000	299.000	50.000	306.000	3
6	-30.000	289.800	0.000	292.000	4
7	0.000	292.000	12.000	293.409	4
8	12.000	293.409	50.000	298.000	4
9	-30.000	280.000	50.000	280.000	5

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	290.000	2	50.000	290.000

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	150.00	150.00	19.18	30.00	306.23

Geosynthetics

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.

Haftspannung f berechnet mit:

$$f = \mu \cdot \tan(\varphi) \cdot \sigma'$$

μ [-] = Abminderungsfaktor der Reibung zwischen Boden und Geosynthetic

σ' [kN/m²] = effektive Spannung

R0 [kN/m] = Bemessungskraft am Anschluss

R,d [kN/m] = aufnehmbare Bemessungskraft

Rückschlag oben [m]: 20.000

Nr.	x1	y1	x2	y2	μ	L0	R0	R,d
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.00	294.80	8.00	294.80	0.800	0.00	0.00	87.34
2	0.00	294.81	4.00	294.81	0.500	0.65	5.84	21.84
3	0.28	295.56	4.28	295.56	0.500	0.65	5.84	21.84
4	0.55	296.32	8.55	296.32	0.800	0.00	0.00	87.34
5	0.55	296.33	4.55	296.33	0.500	0.65	5.84	21.84
6	0.83	297.08	4.83	297.08	0.500	0.65	5.84	21.84
7	1.10	297.84	9.10	297.84	0.500	0.00	0.00	87.34
8	1.10	297.85	5.10	297.85	0.500	0.65	5.84	21.84
9	1.38	298.60	5.38	298.60	0.500	0.65	5.84	21.84
10	1.65	299.35	7.65	299.35	0.800	0.00	0.00	87.34
11	1.65	299.36	5.65	299.36	0.500	0.65	5.84	21.84
12	1.93	300.12	5.93	300.12	0.500	0.65	5.84	21.84
13	2.20	300.88	8.20	300.88	0.800	0.00	0.00	87.34
14	2.21	300.89	6.21	300.89	0.500	0.65	5.84	21.84
15	2.48	301.64	6.48	301.64	0.500	0.65	5.84	21.84
16	2.76	302.41	6.76	302.41	0.500	0.65	5.84	21.84
17	3.03	303.17	7.03	303.17	0.500	0.65	5.84	21.84
18	3.31	303.93	7.31	303.93	0.500	0.65	5.73	21.84
19	3.58	304.68	7.58	304.68	0.500	0.65	3.96	21.84
20	3.86	305.45	7.86	305.45	0.500	0.65	3.90	21.84

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Wand

Abmessungen

unten: x = 0.000 y = 294.800 m

Länge = 12.153 m Neigung = 70.09 °

Grunddaten

H,k,g+q = Erddruck = 293.01 kN/m

H,k,g = Erddruck = 293.01 kN/m

Neigung Hinterkante Wand = 90.00 °

Wandreibungswinkel delta / Reibungswinkel φ = 0.667

Abmind. Erddruck wg. Neigung Hinterkante Wand und delta = 0.828

V,k,g+q = 1355.49 kN/m

V,k,g = 1355.49 kN/m

Momente um Mittelpunkt Wandsohle:

M,k,g+q (aus H-Kräften) = 1116.09 kN*m/m

M,k,g (aus H-Kräften) = 1116.09 kN*m/m

M,k,g+q (aus V-Kräften) = -1239.06 kN*m/m

M,k,g (aus V-Kräften) = -1239.06 kN*m/m

b = 8.00 m

φ_k = 30.0 °

Gleitsicherheit

γ (Gleit) = 1.10

μ ,g+q (Gleit) = 0.70

μ ,g (Gleit) = 0.70

φ_k = 24.8 ° (Geosynthetic in Gleitfuge)

Kippsicherheit

Exzentrizität e,g+q / e,g = -0.091 / -0.091 m

zul e,g+q = 2.667 m = b/3 / zul e,g = 1.333 m = b/6

Kippsicherheit,g+q erfüllt

Kippsicherheit,g erfüllt

Grundbruchsicherheit

für ebenes Gelände

φ_k = 30.0 °

c_k = 0.0 kN/m²

$$\gamma_{2,k} = 20.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma \text{ (Grundbruch)} = 1.40$$

$$\mu, g+q \text{ (Grundbruch)} = 0.43$$

$$\mu, g \text{ (Grundbruch)} = 0.43$$

Maximale Kräfte: Geosynthetics

Nr	Tiefe	L	μ	R0	E(N,d)	eta	GK-Nr	E(E,d)	max.E,d	R,d
[-]	[m]	[m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
20	305.45	4.00	0.50	3.90	16.86	-	20	0.42	16.86	21.84
19	304.68	4.00	0.50	3.96	21.84	-	16	0.61	21.84	21.84
18	303.93	4.00	0.50	5.73	21.84	-	16	0.98	21.84	21.84
17	303.17	4.00	0.50	5.84	21.84	-	12	1.38	21.84	21.84
16	302.41	4.00	0.50	5.84	21.84	-	12	1.77	21.84	21.84
15	301.64	4.00	0.50	5.84	21.84	-	12	2.19	21.84	21.84
14	300.89	4.00	0.50	5.84	21.84	-	12	2.52	21.84	21.84
13	300.88	6.00	0.80	0.00	87.34	-	4	-	87.34	87.34
12	300.12	4.00	0.50	5.84	21.84	-	11	2.98	21.84	21.84
11	299.36	4.00	0.50	5.84	21.84	-	8	3.33	21.84	21.84
10	299.35	6.00	0.80	0.00	87.34	-	3	-	87.34	87.34
9	298.60	4.00	0.50	5.84	21.84	-	8	3.72	21.84	21.84
8	297.85	4.00	0.50	5.84	21.84	-	8	4.06	21.84	21.84
7	297.84	8.00	0.50	0.00	87.34	-	1	-	87.34	87.34
6	297.08	4.00	0.50	5.84	21.84	-	7	4.56	21.84	21.84
5	296.33	4.00	0.50	5.84	21.84	-	5	4.83	21.84	21.84
4	296.32	8.00	0.80	0.00	87.34	-	1	-	87.34	87.34
3	295.56	4.00	0.50	5.84	21.84	-	5	5.35	21.84	21.84
2	294.81	4.00	0.50	5.84	-	21.84				
1	294.80	8.00	0.80	0.00	-	87.34				

E(N,d) = Kraft aus Bruchmechanismus

E(E,d) = Erddruck auf Außenhaut

RAi,d = Herausziehwiderstand Außenhaut

eta,g = Anpassungsfaktor E(E,d)

Wandreibungswinkel delta / Reibungswinkel $\phi = 0.667$

E(E,d)/2 wegen Rückschlag

$$f = \mu \cdot \tan(\phi) \cdot \sigma'$$

Ergebnisse

Nr	μ	dTh($\mu = 1.0$)	Lamellen
[-]	[-]	[kN/m]	[-]
577	0.904	54.369	24

Koordinaten (Gleitkörper 577)

Nr.	x [m]	y [m]	xzw [m]	yzw [m]	Nr.	x [m]	y [m]	xzw [m]	yzw [m]
1	0.094	295.060	-	-	2	7.648	299.350	3.867	305.479
3	11.890	306.227	-	-					

Ungünstigster Gleitkörper 577

Nr	μ	dTh($\mu = 1.0$)	Lamellen
[-]	[-]	[kN*m/m]	[-]
577	0.904	54.369	24

Koordinaten (Gleitkörper 577)

Nr	x[m]	y[m]	xzw[m]	yzw[m]	Nr	x[m]	y[m]	xzw[m]	yzw[m]
1	0.094	295.060	-	-	2	7.648	299.350	3.867	305.479
3	11.890	306.227	-	-					

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
	40.00	20.00	25.00	Beton
	35.00	0.00	20.00	Auftragmaterial
	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
	35.00	20.00	23.00	Fels

UNDER
your feet

Entwickeln | Berechnen | Beraten
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH

Frankenstraße 46
92353 Postbauer-Heng
sued@under-your-feet.de

Abfallwirtschaft Kaiserslautern	Anlage	B.1.1
Deponie Kapittelal	Projekt-Nr.	2020-548
Schnitt 2 - 2	Datum	09.11.2020
Äußere Standsicherheit		

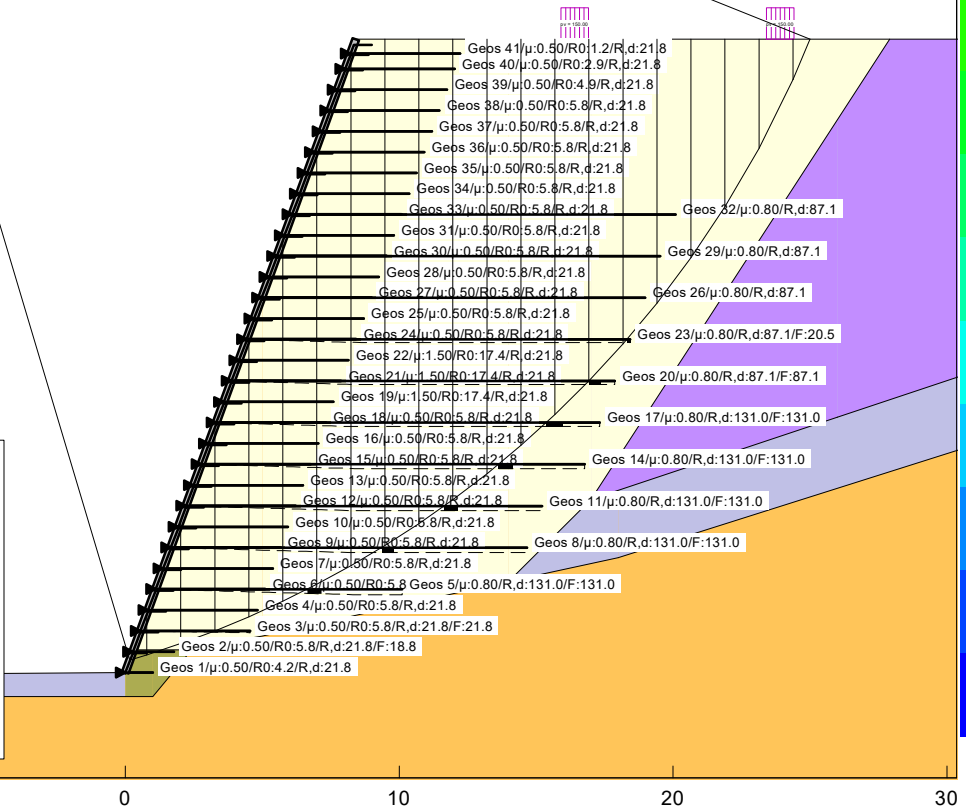
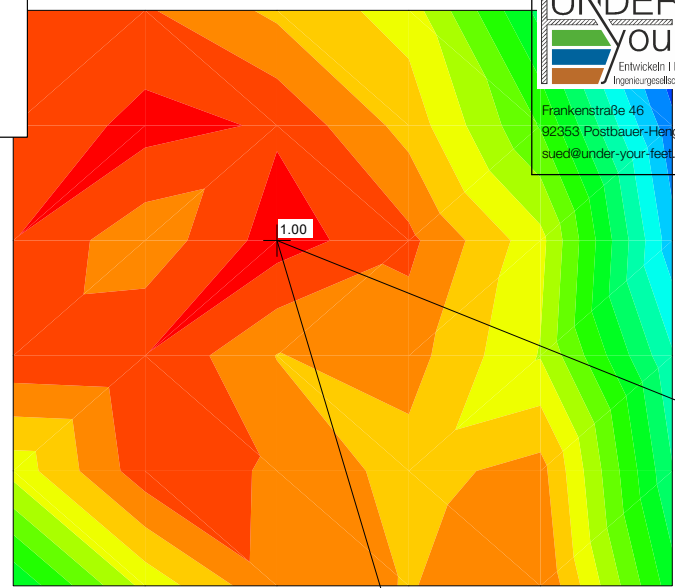
325
320
315
310
305
300
295
290
285
280

Geosynthetics									
Nr.	Tiefe [m]	L [m]	μ [-]	R_0 [kN/m]	L0 [m]	E_{k1} [kN/m]	max E_{k2} [kN/m]	R_d [kN/m]	μ_0 [-]
41	303.28	4.00	0.50	1.23	0.65	10.75	10.75	21.84	0.49
40	302.71	4.00	0.50	2.89	0.65	21.72	21.72	21.84	0.99
39	301.95	4.00	0.50	4.90	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
38	301.19	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
37	300.44	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
36	299.68	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
35	298.92	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
34	298.15	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
33	297.40	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
32	297.39	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	87.14	87.14	1.00
31	296.63	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
30	295.88	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
29	295.88	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	87.14	87.14	1.00
28	295.12	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
27	294.37	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
26	294.36	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	87.14	87.14	1.00
25	293.60	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
24	292.85	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
23	292.83	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	87.14	87.14	1.00
22	292.07	4.00	1.50	17.42	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
21	291.32	4.00	1.50	17.43	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
20	291.31	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	87.14	87.14	1.00
19	290.56	4.00	1.50	17.42	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
18	289.81	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
17	289.80	14.00	0.80	0.00	0.00	131.01	131.01	131.01	1.00
16	289.04	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
15	288.29	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
14	288.27	14.00	0.80	0.00	0.00	131.01	131.01	131.01	1.00
13	287.51	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
12	286.76	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
11	286.75	13.00	0.80	0.00	0.00	131.01	131.01	131.01	1.00
10	286.00	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
9	285.25	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
8	285.24	13.00	0.80	0.00	0.00	131.01	131.01	131.01	1.00
7	284.48	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
6	283.73	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
5	283.71	9.00	0.80	0.00	0.00	131.01	131.01	131.01	1.00
4	282.95	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
3	282.19	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
2	281.44	1.50	0.50	5.81	0.65	20.66	20.66	21.84	0.95
1	280.68	1.00	0.50	4.21	0.50	10.51	10.51	21.84	0.48

Legende Wand
ABMESSUNGEN
unten: x = 0.000 y = 280.675 m
Länge = 24.604 m Neigung Betonschale = 70.00 °

Norm: EC 7
Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 1.00$
 $x_m = -10.89$ m $y_m = 318.17$ m
 $R = 38.66$ m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$

E_{k1} = Kraft aus Bruchmechanismus
 μ_0 = Ausnutzung Geos. = $(E_{k1}/2)/R_{k1}$ bzw. max E_{k1}
GEO-2: $\mu_0 = 1.35$ $\mu_0 = 1.50$



**Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel
 c [kN/m²] = Kohäsion
 γ [kN/m³] = Wichte
 μ [-] = Ausnutzungsgrad
 x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
 rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$
- $\gamma_m(c') = 1.25$
- $\gamma_m(c_u) = 1.25$
- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma_m(\text{Herausziehen}) = 1.4000$ (GEO-2)

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	280.467	2	0.000	280.675	3	8.415	303.795	4	50.000	303.795

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	40.00	20.00	25.00	Beton
3	35.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
5	35.00	20.00	23.00	Fels

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	29.26	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	33.87	16.00	25.00	Beton
3	29.26	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	24.79	0.00	20.00	Lockergestein
5	29.26	16.00	23.00	Fels

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.300	281.500	2.000	281.500	1
2	2.000	281.500	5.000	282.000	1
3	5.000	282.000	14.000	284.000	1
4	14.000	284.000	17.000	287.000	1
5	17.000	287.000	27.904	303.795	1
6	0.000	279.800	1.000	279.800	2
7	1.000	279.800	2.484	281.581	2
8	17.000	287.000	26.000	290.000	3
9	26.000	290.000	50.000	298.000	3
10	-30.000	279.800	0.000	279.800	4
11	14.000	284.000	18.000	284.870	4
12	18.000	284.870	50.000	295.000	4
13	-30.000	270.000	50.000	270.000	5

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	275.000	2	50.000	275.000

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	150.00	150.00	15.91	16.91	303.80
2	150.00	150.00	23.41	24.41	303.80

3 150.00 150.00 30.91 31.91 303.80

Geosynthetics

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.

Haftspannung f berechnet mit:

$$f = \mu \cdot \tan(\varphi) \cdot \sigma'$$

μ [-] = Abminderungsfaktor der Reibung zwischen Boden und Geosynthetic

σ' [kN/m²] = effektive Spannung

R_0 [kN/m] = Bemessungskraft am Anschluss

R_d [kN/m] = aufnehmbare Bemessungskraft

Rückschlag oben [m]: 0.200

Nr.	x1	y1	x2	y2	μ	L0	R0	R,d
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.00	280.68	1.00	280.68	0.500	0.50	4.21	21.84
2	0.28	281.44	1.78	281.44	0.500	0.65	5.81	21.84
3	0.55	282.19	4.55	282.19	0.500	0.65	5.81	21.84
4	0.83	282.95	4.83	282.95	0.500	0.65	5.81	21.84
5	1.11	283.71	10.11	283.71	0.800	0.00	0.00	131.01
6	1.11	283.73	5.11	283.73	0.500	0.65	5.81	21.84
7	1.38	284.48	5.38	284.48	0.500	0.65	5.81	21.84
8	1.66	285.24	14.66	285.24	0.800	0.00	0.00	131.01
9	1.66	285.25	5.66	285.25	0.500	0.65	5.81	21.84
10	1.94	286.00	5.94	286.00	0.500	0.65	5.81	21.84
11	2.21	286.75	15.21	286.75	0.800	0.00	0.00	131.01
12	2.22	286.76	6.22	286.76	0.500	0.65	5.81	21.84
13	2.49	287.51	6.49	287.51	0.500	0.65	5.81	21.84
14	2.77	288.27	16.77	288.27	0.800	0.00	0.00	131.01
15	2.77	288.29	6.77	288.29	0.500	0.65	5.81	21.84
16	3.04	289.04	7.04	289.04	0.500	0.65	5.81	21.84
17	3.32	289.80	17.32	289.80	0.800	0.00	0.00	131.01
18	3.32	289.81	7.32	289.80	0.500	0.65	5.81	21.84
19	3.60	290.56	7.60	290.56	1.500	0.65	17.42	21.84
20	3.87	291.31	17.87	291.31	0.800	0.00	0.00	87.14
21	3.88	291.32	7.88	291.32	1.500	0.65	17.43	21.84
22	4.15	292.07	8.15	292.07	1.500	0.65	17.42	21.84
23	4.43	292.83	18.43	292.83	0.800	0.00	0.00	87.14
24	4.43	292.85	8.43	292.85	0.500	0.65	5.81	21.84
25	4.70	293.60	8.70	293.60	0.500	0.65	5.81	21.84
26	4.98	294.36	18.98	294.36	0.800	0.00	0.00	87.14
27	4.98	294.37	8.98	294.37	0.500	0.65	5.81	21.84
28	5.26	295.12	9.26	295.12	0.500	0.65	5.81	21.84
29	5.53	295.88	19.53	295.88	0.800	0.00	0.00	87.14
30	5.54	295.88	9.54	295.88	0.500	0.65	5.81	21.84
31	5.81	296.63	9.81	296.63	0.500	0.65	5.81	21.84
32	6.09	297.39	20.09	297.39	0.800	0.00	0.00	87.14
33	6.09	297.40	10.09	297.40	0.500	0.65	5.81	21.84
34	6.36	298.15	10.36	298.15	0.500	0.65	5.81	21.84
35	6.64	298.92	10.64	298.92	0.500	0.65	5.81	21.84
36	6.92	299.68	10.92	299.68	0.500	0.65	5.81	21.84
37	7.19	300.44	11.19	300.44	0.500	0.65	5.81	21.84
38	7.47	301.19	11.47	301.19	0.500	0.65	5.81	21.84
39	7.75	301.95	11.75	301.95	0.500	0.65	4.90	21.84
40	8.02	302.71	12.02	302.71	0.500	0.65	2.89	21.84
41	8.23	303.28	12.23	303.28	0.500	0.65	1.23	21.84

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Wand

Abmessungen

unten: $x = 0.000$ $y = 280.675$ m

Länge = 24.604 m Neigung = 70.00 °

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 7.7679 294.8263
x / y (Ende): 4.4472 281.0015
Anzahl Radien = 40

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
16	-10.8936	318.1688	38.6603	20	0.9978	138057.739	138367.586	138367.6	0.0	138057.7	0.0

320

315

310

305

300

295

290

285

280

275

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
	40.00	20.00	25.00	Beton
	35.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
	35.00	20.00	23.00	Fels

Norm: EC 7

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$

Gleitkörper Nr. 3192: $\mu = 0.99$

mit Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien



Frankenstraße 46
92353 Postbauer-Heng
sued@under-your-feet.de

Abfallwirtschaft Kaiserslautern

Deponie Kapittelal

Schnitt 1 - 1

Innere Standsicherheit

Anlage B.1.2

Projekt-Nr. 2020-548

Datum 09.11.2020

Geosynthetics

Nr.	Tiefe [m]	L [m]	μ [-]	R_{L} [kN/m]	L_0 [m]	E_{L} [kN/m]	R_{Lx} [kN/m]	$E_{\text{Lx}}/2$ [kN/m]	$\max E_{\text{L}}$ [kN/m]	R_{Lz} [kN/m]	P_{L} [kN]	n_{L} [-]
41	303.28	4.00	0.50	1.23	0.65	10.66	1.23*	0.19	10.66	21.84	0.49	1.0
40	302.71	4.00	0.50	2.89	0.65	21.84	2.89*	0.61	21.84	21.84	1.00	1.0
39	301.95	4.00	0.50	4.90	0.65	21.84	4.90*	1.50	21.84	21.84	1.00	1.0
38	301.19	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	2.28	21.84	21.84	1.00	1.0
37	300.44	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	3.05	21.84	21.84	1.00	1.0
36	299.68	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	1.91	21.84	21.84	1.00	1.0
35	298.92	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	2.30	21.84	21.84	1.00	1.0
34	298.15	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	2.69	21.84	21.84	1.00	1.0
33	297.40	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	3.03	21.84	21.84	1.00	1.0
32	297.39	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	0.00*	-	87.14	87.14	1.00	1.0
31	296.63	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	3.51	21.84	21.84	1.00	1.0
30	295.88	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	3.80	21.84	21.84	1.00	1.0
29	295.88	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	0.00*	-	87.14	87.14	1.00	1.0
28	295.12	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	4.29	21.84	21.84	1.00	1.0
27	294.37	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	4.56	21.84	21.84	1.00	0.5
26	294.36	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	0.00*	-	87.14	87.14	1.00	0.5
25	293.60	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	5.08	21.84	21.84	1.00	0.5
24	292.85	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	5.33	21.84	21.84	1.00	0.5
23	292.83	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	0.00*	-	87.14	87.14	1.00	0.5
22	292.07	4.00	1.50	17.42	0.65	21.84	17.42*	5.86	21.84	21.84	1.00	0.5
21	291.32	4.00	1.50	17.43	0.65	21.84	17.43*	6.09	21.84	21.84	1.00	0.5
20	291.31	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	0.00*	-	87.14	87.14	1.00	0.5
19	290.56	4.00	1.50	17.42	0.65	21.84	17.42*	6.05	21.84	21.84	1.00	0.5
18	289.81	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	9.99	21.84	21.84	1.72	0.5
17	289.80	14.00	0.80	0.00	0.00	131.01	0.00*	-	131.01	131.01	1.00	0.5
16	289.04	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	12.98	21.84	21.84	2.23	0.5
15	288.29	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	13.60	21.84	21.84	2.34	0.5
14	288.27	14.00	0.80	0.00	0.00	131.01	0.00*	-	131.01	131.01	1.00	0.5
13	287.51	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	16.03	21.84	21.84	2.76	0.5
12	286.76	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	12.17	21.84	21.84	2.10	0.5
11	286.75	13.00	0.80	0.00	0.00	131.01	0.00*	-	131.01	131.01	1.00	0.5
10	286.00	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	8.84	21.84	21.84	1.52	0.5
9	285.25	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	13.03	21.84	21.84	2.24	0.5
8	285.24	13.00	0.80	0.00	0.00	131.01	0.00*	-	131.01	131.01	1.00	0.5
7	284.48	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	13.83	21.84	21.84	2.38	0.5
6	283.73	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	11.24	21.84	21.84	1.93	0.5
5	283.71	9.00	0.80	0.00	0.00	131.01	0.00*	-	131.01	131.01	1.00	0.5
4	282.95	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	11.90	21.84	21.84	2.05	0.5
3	282.19	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	10.78	21.84	21.84	1.96	0.5
2	281.44	1.50	0.50	5.81	0.65	21.01	5.81*	11.18	21.01	21.84	1.92	0.5
1	280.68	1.00	0.50	4.21	0.50					21.84		0.5

R_{Lx} = Kraft aus Bruchmechanik
 R_{Lz} = Einwirkung aus Auflast
 E_{L} = Einwirkung aus Auflast
 E_{Lx} = Einwirkung aus Auflast
 E_{Lz} = Einwirkung aus Auflast

R_{Lx} = Kraft aus Bruchmechanik
 R_{Lz} = Einwirkung aus Auflast
 E_{L} = Einwirkung aus Auflast
 E_{Lx} = Einwirkung aus Auflast
 E_{Lz} = Einwirkung aus Auflast

R_{Lx} = Kraft aus Bruchmechanik
 R_{Lz} = Einwirkung aus Auflast
 E_{L} = Einwirkung aus Auflast
 E_{Lx} = Einwirkung aus Auflast
 E_{Lz} = Einwirkung aus Auflast

GEO-2: γ_{L} = 1.30 γ_{Lz} = 1.30

Legende Wand

ABMESSUNGEN

unten: $x = 0.000$ $y = 280.675$ m

Länge = 24.604 m Neigung Betonschale = 70.00 °

GRUNDDATEN

 $H_{\text{kg+q}} / H_{\text{kg}} = \text{Erddruck} = 298.29 / 280.80$ kN/mMindesterdrucl maßgebend ($\varphi_{\text{res}} = 40.0^\circ$)

Neigung Hinterkante Wand = 63.59 °

Wandreibungswinkel delta / Reibungswinkel phi = 0.667

Abmind. Erddruck wg. Neigung Hinterkante Wand und delta = 0.345

 $V_{\text{kg+q}} / V_{\text{kg}} = 1176.42 / 1176.42$ kN/m

Momente um Mittelpunkt Wandschle:

 $M_{\text{kg+q}} / M_{\text{kg}} \text{ (aus H-Kräften)} = 273.19 / 257.16$ kN·m/m $M_{\text{kg+q}} / M_{\text{kg}} \text{ (aus V-Kräften)} = -7008.39 / -7008.39$ kN·m/m $b = 1.00$ m $\varphi_k = 40.0^\circ$

Teilsicherheiten (GEO-2):

 γ_{g} (Ständige Einw.) = 1.35 γ_{q} (Veränderliche Einw.) = 1.50

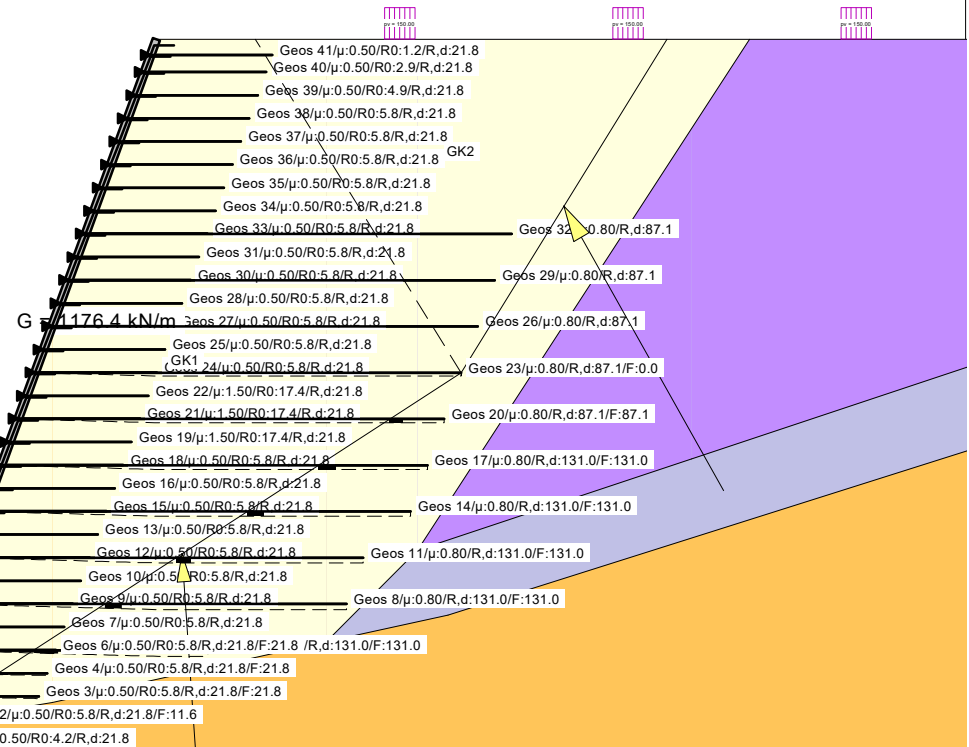
GLEITEN

 γ (Gleit) = 1.10 $\mu_{\text{grq}} / \mu_{\text{g}}$ (Gleit) = 0.90 / 0.84 $\varphi_k = 22.8^\circ$ (Geosynthetic in Gleitfuge)

KIPPSICHERHEIT

Exzentrizität $e_{\text{grq}} / e_{\text{g}} = -5.725 / -5.739$ mzul $e_{\text{grq}} = 0.333 = b/3$ / zul $e_{\text{g}} = 0.167$ m = $b/6$ Exzentrizität $e_{\text{grq}} > b/3$ aber Wand kippt nach hintenExzentrizität $e_{\text{g}} > b/6$ aber Wand kippt nach hinten

GRUNDBRUCH für ebenes Gelände

 $c_k = 20.0$ kN/m² $\gamma_{2,k} = 25.0$ kN/m³ γ (Grundbruch) = 1.40 $\mu_{\text{grq}} / \mu_{\text{g}}$ (Grundbruch) = 1.55 / 1.48

Böschungsberechnung nach EC 7 mit Starrkörperbruchmechanismen

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

dTh [kN/m] = erforderliche horizontale Zusatzkraft, um für "eta bzw $\mu = 1.0$ " das Krafteck zu schliessen

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- gam(phi)= 1.25
- gam(c') = 1.25
- gam(cu) = 1.25
- gam(Wichten) = 1.00
- gam(Ständige Einw.) = 1.00
- gam(Veränderliche Einw.) = 1.30
- gam(Herausziehen) = 1.4000 (GEO-2)

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	280.467	2	0.000	280.675	3	8.415	303.795	4	50.000	303.795

Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien berücksichtigt.

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	40.00	20.00	25.00	Beton
3	35.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
5	35.00	20.00	23.00	Fels

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	29.26	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	33.87	16.00	25.00	Beton
3	29.26	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	24.79	0.00	20.00	Lockergestein
5	29.26	16.00	23.00	Fels

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.300	281.500	2.000	281.500	1
2	2.000	281.500	5.000	282.000	1
3	5.000	282.000	14.000	284.000	1
4	14.000	284.000	17.000	287.000	1
5	17.000	287.000	27.904	303.795	1
6	0.000	279.800	1.000	279.800	2
7	1.000	279.800	2.484	281.581	2
8	17.000	287.000	26.000	290.000	3
9	26.000	290.000	50.000	298.000	3
10	-30.000	279.800	0.000	279.800	4
11	14.000	284.000	18.000	284.870	4
12	18.000	284.870	50.000	295.000	4
13	-30.000	270.000	50.000	270.000	5

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	275.000	2	50.000	275.000

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	150.00	150.00	15.91	16.91	303.80

2	150.00	150.00	23.41	24.41	303.80
3	150.00	150.00	30.91	31.91	303.80

Geosynthetics

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.

Haftspannung f berechnet mit:

$$f = \mu \cdot \tan(\varphi) \cdot \sigma'$$

μ [-] = Abminderungsfaktor der Reibung zwischen Boden und Geosynthetic

σ' [kN/m²] = effektive Spannung

R0 [kN/m] = Bemessungskraft am Anschluss

R,d [kN/m] = aufnehmbare Bemessungskraft

Rückschlag oben [m]: 0.200

Nr.	x1	y1	x2	y2	μ	L0	R0	R,d
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.00	280.68	1.00	280.68	0.500	0.50	4.21	21.84
2	0.28	281.44	1.78	281.44	0.500	0.65	5.81	21.84
3	0.55	282.19	4.55	282.19	0.500	0.65	5.81	21.84
4	0.83	282.95	4.83	282.95	0.500	0.65	5.81	21.84
5	1.11	283.71	10.11	283.71	0.800	0.00	0.00	131.01
6	1.11	283.73	5.11	283.73	0.500	0.65	5.81	21.84
7	1.38	284.48	5.38	284.48	0.500	0.65	5.81	21.84
8	1.66	285.24	14.66	285.24	0.800	0.00	0.00	131.01
9	1.66	285.25	5.66	285.25	0.500	0.65	5.81	21.84
10	1.94	286.00	5.94	286.00	0.500	0.65	5.81	21.84
11	2.21	286.75	15.21	286.75	0.800	0.00	0.00	131.01
12	2.22	286.76	6.22	286.76	0.500	0.65	5.81	21.84
13	2.49	287.51	6.49	287.51	0.500	0.65	5.81	21.84
14	2.77	288.27	16.77	288.27	0.800	0.00	0.00	131.01
15	2.77	288.29	6.77	288.29	0.500	0.65	5.81	21.84
16	3.04	289.04	7.04	289.04	0.500	0.65	5.81	21.84
17	3.32	289.80	17.32	289.80	0.800	0.00	0.00	131.01
18	3.32	289.81	7.32	289.80	0.500	0.65	5.81	21.84
19	3.60	290.56	7.60	290.56	1.500	0.65	17.42	21.84
20	3.87	291.31	17.87	291.31	0.800	0.00	0.00	87.14
21	3.88	291.32	7.88	291.32	1.500	0.65	17.43	21.84
22	4.15	292.07	8.15	292.07	1.500	0.65	17.42	21.84
23	4.43	292.83	18.43	292.83	0.800	0.00	0.00	87.14
24	4.43	292.85	8.43	292.85	0.500	0.65	5.81	21.84
25	4.70	293.60	8.70	293.60	0.500	0.65	5.81	21.84
26	4.98	294.36	18.98	294.36	0.800	0.00	0.00	87.14
27	4.98	294.37	8.98	294.37	0.500	0.65	5.81	21.84
28	5.26	295.12	9.26	295.12	0.500	0.65	5.81	21.84
29	5.53	295.88	19.53	295.88	0.800	0.00	0.00	87.14
30	5.54	295.88	9.54	295.88	0.500	0.65	5.81	21.84
31	5.81	296.63	9.81	296.63	0.500	0.65	5.81	21.84
32	6.09	297.39	20.09	297.39	0.800	0.00	0.00	87.14
33	6.09	297.40	10.09	297.40	0.500	0.65	5.81	21.84
34	6.36	298.15	10.36	298.15	0.500	0.65	5.81	21.84
35	6.64	298.92	10.64	298.92	0.500	0.65	5.81	21.84
36	6.92	299.68	10.92	299.68	0.500	0.65	5.81	21.84
37	7.19	300.44	11.19	300.44	0.500	0.65	5.81	21.84
38	7.47	301.19	11.47	301.19	0.500	0.65	5.81	21.84
39	7.75	301.95	11.75	301.95	0.500	0.65	4.90	21.84
40	8.02	302.71	12.02	302.71	0.500	0.65	2.89	21.84
41	8.23	303.28	12.23	303.28	0.500	0.65	1.23	21.84

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Wand

Abmessungen

unten: x = 0.000 y = 280.675 m

Länge = 24.604 m Neigung = 70.00 °

Grunddaten

H,k,g+q = Erddruck = 298.29 kN/m

H,k,g = Erddruck = 280.80 kN/m

Mindesterdrruck maßgebend ($\phi_{i,ers}$ = 40.0°)

Neigung Hinterkante Wand = 63.59 °

Wandreibungswinkel delta / Reibungswinkel φ = 0.667

Abmind. Erddruck wg. Neigung Hinterkante Wand und $\delta = 0.345$

$V_{k,g+q} = 1176.42 \text{ kN/m}$

$V_{k,g} = 1176.42 \text{ kN/m}$

Momente um Mittelpunkt Wandsohle:

$M_{k,g+q}$ (aus H-Kräften) = 273.19 kN*m/m

$M_{k,g}$ (aus H-Kräften) = 257.16 kN*m/m

$M_{k,g+q}$ (aus V-Kräften) = -7008.39 kN*m/m

$M_{k,g}$ (aus V-Kräften) = -7008.39 kN*m/m

$b = 1.00 \text{ m}$

$\varphi_k = 40.0^\circ$

Gleitsicherheit

γ (Gleit) = 1.10

μ_{g+q} (Gleit) = 0.90

μ_g (Gleit) = 0.84

$\varphi_k = 22.8^\circ$ (Geosynthetic in Gleitfuge)

Kippsicherheit

Exzentrizität $e_{g+q} / e_g = -5.725 / -5.739 \text{ m}$

zul $e_{g+q} = 0.333 \text{ m} = b/3$ / zul $e_g = 0.167 \text{ m} = b/6$

Exzentrizität $e_{g+q} > b/3$ aber Wand kippt nach hinten

Exzentrizität $e_g > b/6$ aber Wand kippt nach hinten

Grundbruchsicherheit

für ebenes Gelände

$\varphi_k = 40.0^\circ$

$c_k = 20.0 \text{ kN/m}^2$

$\gamma_{2,k} = 25.0 \text{ kN/m}^3$

γ (Grundbruch) = 1.40

μ_{g+q} (Grundbruch) = 1.55

μ_g (Grundbruch) = 1.48

Maximale Kräfte: Geosynthetics

Nr	Tiefe	L	μ	R0	E(N,d)	eta	GK-Nr	E(E,d)	max.E,d	R,d
[-]	[m]	[m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
41	303.28	4.00	0.50	1.23	10.66	-	4412	0.19	10.66	21.84
40	302.71	4.00	0.50	2.89	21.84	-	6908	0.61	21.84	21.84
39	301.95	4.00	0.50	4.90	21.84	-	16	1.50	21.84	21.84
38	301.19	4.00	0.50	5.81	21.84	-	8	2.28	21.84	21.84
37	300.44	4.00	0.50	5.81	21.84	-	8	3.05	21.84	21.84
36	299.68	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	1.91	21.84	21.84
35	298.92	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	2.30	21.84	21.84
34	298.15	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	2.69	21.84	21.84
33	297.40	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	3.03	21.84	21.84
32	297.39	14.00	0.80	0.00	87.14	-	1	-	87.14	87.14
31	296.63	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	3.51	21.84	21.84
30	295.88	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	3.80	21.84	21.84
29	295.88	14.00	0.80	0.00	87.14	-	1	-	87.14	87.14
28	295.12	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	4.29	21.84	21.84
27	294.37	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	4.56	21.84	21.84
26	294.36	14.00	0.80	0.00	87.14	-	1	-	87.14	87.14
25	293.60	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	5.08	21.84	21.84
24	292.85	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	5.33	21.84	21.84
23	292.83	14.00	0.80	0.00	87.14	-	1	-	87.14	87.14
22	292.07	4.00	1.50	17.42	21.84	-	4	5.86	21.84	21.84
21	291.32	4.00	1.50	17.43	21.84	-	4	6.09	21.84	21.84
20	291.31	14.00	0.80	0.00	87.14	-	1	-	87.14	87.14
19	290.56	4.00	1.50	17.42	21.84	-	3	6.65	21.84	21.84
18	289.81	4.00	0.50	5.81	21.84	-	3	9.99	21.84	21.84
17	289.80	14.00	0.80	0.00	131.01	-	1	-	131.01	131.01
16	289.04	4.00	0.50	5.81	21.84	-	3	12.98	21.84	21.84
15	288.29	4.00	0.50	5.81	21.84	-	3	13.60	21.84	21.84
14	288.27	14.00	0.80	0.00	131.01	-	1	-	131.01	131.01
13	287.51	4.00	0.50	5.81	21.84	-	3	16.03	21.84	21.84
12	286.76	4.00	0.50	5.81	21.84	-	2	12.17	21.84	21.84
11	286.75	13.00	0.80	0.00	131.01	-	1	-	131.01	131.01
10	286.00	4.00	0.50	5.81	21.84	-	2	8.84	21.84	21.84
9	285.25	4.00	0.50	5.81	21.84	-	2	13.03	21.84	21.84
8	285.24	13.00	0.80	0.00	131.01	-	1	-	131.01	131.01
7	284.48	4.00	0.50	5.81	21.84	-	1	13.83	21.84	21.84
6	283.73	4.00	0.50	5.81	21.84	-	1	11.24	21.84	21.84
5	283.71	9.00	0.80	0.00	131.01	-	1	-	131.01	131.01

4	282.95	4.00	0.50	5.81	21.84	-	1	11.90	21.84	21.84
3	282.19	4.00	0.50	5.81	21.84	-	1	10.78	21.84	21.84
2	281.44	1.50	0.50	5.81	21.01	-	49	11.18	21.01	21.84
1	280.68	1.00	0.50	4.21	-	21.84				

$E(N,d)$ = Kraft aus Bruchmechanismus

$E(E,d)$ = Erddruck auf Außenhaut

$RA_{i,d}$ = Herausziehwiderstand Außenhaut

$\eta_{a,g}$ = Anpassungsfaktor $E(E,d)$

Wandreibungswinkel δ / Reibungswinkel $\varphi = 0.667$

$E(E,d)/2$ wegen Rückschlag

$$f = \mu \cdot \tan(\phi) \cdot \sigma'$$

Ergebnisse

Nr	μ	dTh($\mu = 1.0$)	Lamellen						
[-]	[-]	[kN/m]	[-]						
3192	0.991	21.877	19						
Koordinaten (Gleitkörper 3192)									
Nr.	x [m]	y [m]	xzw [m]	yzw [m]	Nr.	x [m]	y [m]	xzw [m]	yzw [m]
1	0.095	280.935	-	-	2	18.426	292.835	11.666	303.795
3	25.186	303.795	-	-					

Ungünstigster Gleitkörper 3192

Nr	μ	dTh($\mu = 1.0$)	Lamellen						
[-]	[-]	[kN*m/m]	[-]						
3192	0.991	21.877	19						
Koordinaten (Gleitkörper 3192)									
Nr	x[m]	y[m]	xzw[m]	yzw[m]	Nr	x[m]	y[m]	xzw[m]	yzw[m]
1	0.095	280.935	-	-	2	18.426	292.835	11.666	303.795
3	25.186	303.795	-	-					

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
	40.00	20.00	25.00	Beton
	30.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
	35.00	20.00	23.00	Fels



Abfallwirtschaft Kaiserslautern
Deponie Kapittelal
Schnitt 2 - 2, Variation
Äußere Standsicherheit

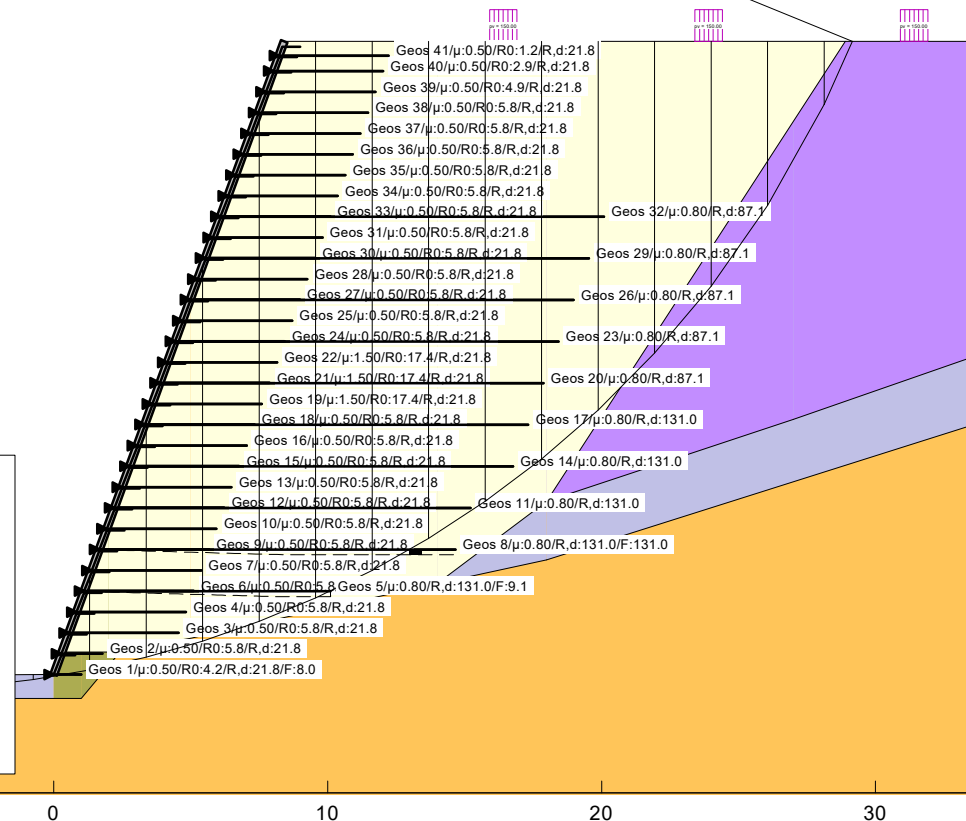
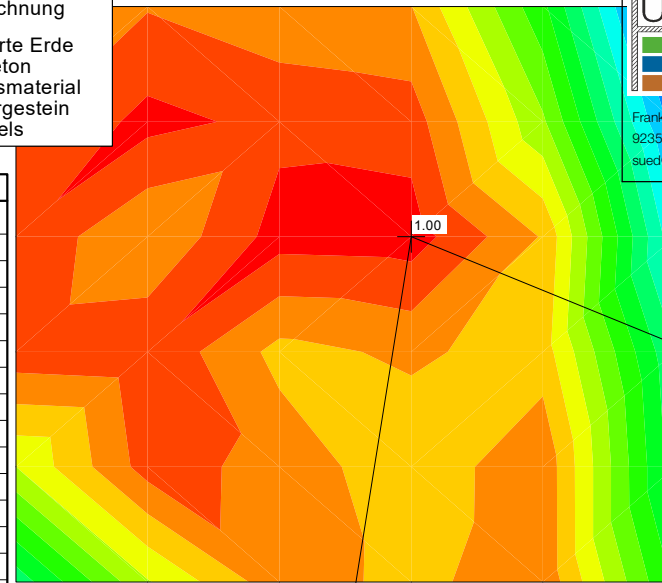
Anlage A.2.1
Projekt-Nr. 2020-548
Datum 09.11.2020

Geosynthetics									
Nr.	Tiefe [m]	L [m]	μ [-]	R_0 [kN/m]	L_0 [m]	E_{k1} [kN/m]	max E_{k2} [kN/m]	R_d [kN/m]	μ_0 [-]
41	303.28	4.00	0.50	1.23	0.65	10.75	10.75	21.84	0.49
40	302.71	4.00	0.50	2.89	0.65	21.72	21.72	21.84	0.99
39	301.95	4.00	0.50	4.90	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
38	301.19	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
37	300.44	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
36	299.68	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
35	298.92	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
34	298.15	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
33	297.40	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
32	297.39	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	87.14	87.14	1.00
31	296.63	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
30	295.88	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
29	295.88	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	87.14	87.14	1.00
28	295.12	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
27	294.37	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
26	294.36	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	87.14	87.14	1.00
25	293.60	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
24	292.85	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
23	292.83	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	87.14	87.14	1.00
22	292.07	4.00	1.50	17.42	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
21	291.32	4.00	1.50	17.43	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
20	291.31	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	87.14	87.14	1.00
19	290.56	4.00	1.50	17.42	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
18	289.81	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
17	289.80	14.00	0.80	0.00	0.00	131.01	131.01	131.01	1.00
16	289.04	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
15	288.29	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
14	288.27	14.00	0.80	0.00	0.00	131.01	131.01	131.01	1.00
13	287.51	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
12	286.76	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
11	286.75	13.00	0.80	0.00	0.00	131.01	131.01	131.01	1.00
10	286.00	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
9	285.25	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
8	285.24	13.00	0.80	0.00	0.00	131.01	131.01	131.01	1.00
7	284.48	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
6	283.73	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
5	283.71	9.00	0.80	0.00	0.00	131.01	131.01	131.01	1.00
4	282.95	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
3	282.19	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
2	281.44	1.50	0.50	5.81	0.65	20.66	20.66	21.84	0.95
1	280.68	1.00	0.50	4.21	0.50	10.51	10.51	21.84	0.48

Legende Wand
ABMESSUNGEN
unten: x = 0.000 y = 280.675 m
Länge = 24.604 m Neigung Betonschale = 70.00 °

Norm: EC 7
Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{\max} = 1.00$
 $x_m = -6.08$ m $y_m = 318.17$ m
 $R = 38.06$ m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$

E_{k1} = Kraft aus Bruchmechanismus
 μ_0 = Ausnutzung Geos. = (E_{k2}/R_{k1}) bzw. max E_{k1}/R_k
GEO-2: $\mu_0 = 1.35$ $\mu_0 = 1.50$



**Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen**

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel
 c [kN/m²] = Kohäsion
 γ [kN/m³] = Wichte
 μ [-] = Ausnutzungsgrad
 x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
 rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$
- $\gamma_m(c') = 1.25$
- $\gamma_m(c_u) = 1.25$
- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma_m(\text{Herausziehen}) = 1.4000$ (GEO-2)

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	280.467	2	0.000	280.675	3	8.415	303.795	4	50.000	303.795

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	40.00	20.00	25.00	Beton
3	30.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
5	35.00	20.00	23.00	Fels

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	29.26	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	33.87	16.00	25.00	Beton
3	24.79	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	24.79	0.00	20.00	Lockergestein
5	29.26	16.00	23.00	Fels

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.300	281.500	2.000	281.500	1
2	2.000	281.500	5.000	282.000	1
3	5.000	282.000	14.000	284.000	1
4	14.000	284.000	18.000	287.000	1
5	18.000	287.000	28.904	303.795	1
6	0.000	279.800	1.000	279.800	2
7	1.000	279.800	2.484	281.581	2
8	18.000	287.000	27.000	290.000	3
9	27.000	290.000	50.000	298.000	3
10	-30.000	279.800	0.000	279.800	4
11	14.000	284.000	18.000	284.870	4
12	18.000	284.870	50.000	295.000	4
13	-30.000	270.000	50.000	270.000	5

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	275.000	2	50.000	275.000

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	150.00	150.00	15.91	16.91	303.80
2	150.00	150.00	23.41	24.41	303.80

3 150.00 150.00 30.91 31.91 303.80

Geosynthetics

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.

Haftspannung f berechnet mit:

$$f = \mu \cdot \tan(\varphi) \cdot \sigma'$$

μ [-] = Abminderungsfaktor der Reibung zwischen Boden und Geosynthetic

σ' [kN/m²] = effektive Spannung

R_0 [kN/m] = Bemessungskraft am Anschluss

R_d [kN/m] = aufnehmbare Bemessungskraft

Rückschlag oben [m]: 0.200

Nr.	x1	y1	x2	y2	μ	L0	R0	R,d
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.00	280.68	1.00	280.68	0.500	0.50	4.21	21.84
2	0.28	281.44	1.78	281.44	0.500	0.65	5.81	21.84
3	0.55	282.19	4.55	282.19	0.500	0.65	5.81	21.84
4	0.83	282.95	4.83	282.95	0.500	0.65	5.81	21.84
5	1.11	283.71	10.11	283.71	0.800	0.00	0.00	131.01
6	1.11	283.73	5.11	283.73	0.500	0.65	5.81	21.84
7	1.38	284.48	5.38	284.48	0.500	0.65	5.81	21.84
8	1.66	285.24	14.66	285.24	0.800	0.00	0.00	131.01
9	1.66	285.25	5.66	285.25	0.500	0.65	5.81	21.84
10	1.94	286.00	5.94	286.00	0.500	0.65	5.81	21.84
11	2.21	286.75	15.21	286.75	0.800	0.00	0.00	131.01
12	2.22	286.76	6.22	286.76	0.500	0.65	5.81	21.84
13	2.49	287.51	6.49	287.51	0.500	0.65	5.81	21.84
14	2.77	288.27	16.77	288.27	0.800	0.00	0.00	131.01
15	2.77	288.29	6.77	288.29	0.500	0.65	5.81	21.84
16	3.04	289.04	7.04	289.04	0.500	0.65	5.81	21.84
17	3.32	289.80	17.32	289.80	0.800	0.00	0.00	131.01
18	3.32	289.81	7.32	289.80	0.500	0.65	5.81	21.84
19	3.60	290.56	7.60	290.56	1.500	0.65	17.42	21.84
20	3.87	291.31	17.87	291.31	0.800	0.00	0.00	87.14
21	3.88	291.32	7.88	291.32	1.500	0.65	17.43	21.84
22	4.15	292.07	8.15	292.07	1.500	0.65	17.42	21.84
23	4.43	292.83	18.43	292.83	0.800	0.00	0.00	87.14
24	4.43	292.85	8.43	292.85	0.500	0.65	5.81	21.84
25	4.70	293.60	8.70	293.60	0.500	0.65	5.81	21.84
26	4.98	294.36	18.98	294.36	0.800	0.00	0.00	87.14
27	4.98	294.37	8.98	294.37	0.500	0.65	5.81	21.84
28	5.26	295.12	9.26	295.12	0.500	0.65	5.81	21.84
29	5.53	295.88	19.53	295.88	0.800	0.00	0.00	87.14
30	5.54	295.88	9.54	295.88	0.500	0.65	5.81	21.84
31	5.81	296.63	9.81	296.63	0.500	0.65	5.81	21.84
32	6.09	297.39	20.09	297.39	0.800	0.00	0.00	87.14
33	6.09	297.40	10.09	297.40	0.500	0.65	5.81	21.84
34	6.36	298.15	10.36	298.15	0.500	0.65	5.81	21.84
35	6.64	298.92	10.64	298.92	0.500	0.65	5.81	21.84
36	6.92	299.68	10.92	299.68	0.500	0.65	5.81	21.84
37	7.19	300.44	11.19	300.44	0.500	0.65	5.81	21.84
38	7.47	301.19	11.47	301.19	0.500	0.65	5.81	21.84
39	7.75	301.95	11.75	301.95	0.500	0.65	4.90	21.84
40	8.02	302.71	12.02	302.71	0.500	0.65	2.89	21.84
41	8.23	303.28	12.23	303.28	0.500	0.65	1.23	21.84

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Wand

Abmessungen

unten: $x = 0.000$ $y = 280.675$ m

Länge = 24.604 m Neigung = 70.00 °

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 7.7679 294.8263
x / y (Ende): 4.4472 281.0015
Anzahl Radien = 40

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
22	-6.0820	318.1688	38.0556	20	0.9994	153690.529	153782.448	153782.4	0.0	153690.5	0.0

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
	40.00	20.00	25.00	Beton
	30.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
	35.00	20.00	23.00	Fels

Geosynthetics												
Nr.	Tiefe [m]	L [m]	μ [-]	$R_{k,q}$ [kN/m]	L_0 [m]	$E_{k,q}$ [kN/m]	$R_{k,q}$ [kN/m]	$E_{k,q}/2$ [kN/m]	max $E_{k,q}$ [kN/m]	$R_{k,q}$ [kN/m]	P_0 [k]	n_0 [k]
41	303.28	4.00	0.50	1.23	0.65	10.66	1.23*	0.19	10.66	21.84	21.84	1.00
40	302.71	4.00	0.50	2.89	0.65	21.84	2.89*	0.61	21.84	21.84	1.00	1.0
39	301.95	4.00	0.50	4.90	0.65	21.84	4.90*	1.50	21.84	21.84	1.00	1.0
38	301.19	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	2.28	21.84	21.84	1.00	1.0
37	300.44	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	3.05	21.84	21.84	1.00	1.0
36	299.68	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	1.91	21.84	21.84	1.00	1.0
35	298.92	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	2.30	21.84	21.84	1.00	1.0
34	298.15	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	2.69	21.84	21.84	1.00	1.0
33	297.40	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	3.03	21.84	21.84	1.00	1.0
32	297.39	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	0.00*	-	87.14	87.14	1.00	1.0
31	296.63	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	3.51	21.84	21.84	1.00	1.0
30	295.88	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	3.80	21.84	21.84	1.00	1.0
29	295.88	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	0.00*	-	87.14	87.14	1.00	1.0
28	295.12	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	4.29	21.84	21.84	1.00	1.0
27	294.37	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	4.56	21.84	21.84	1.00	0.5
26	294.36	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	0.00*	-	87.14	87.14	1.00	0.5
25	293.60	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	5.08	21.84	21.84	1.00	0.5
24	292.85	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	5.33	21.84	21.84	1.00	0.5
23	292.83	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	0.00*	-	87.14	87.14	1.00	0.5
22	292.07	4.00	1.50	17.42	0.65	21.84	17.42*	5.86	21.84	21.84	1.00	0.5
21	291.32	4.00	1.50	17.43	0.65	21.84	17.43*	6.09	21.84	21.84	1.00	0.5
20	291.31	14.00	0.80	0.00	0.00	87.14	0.00*	-	87.14	87.14	1.00	0.5
19	290.56	4.00	1.50	17.42	0.65	21.84	17.42*	6.05	21.84	21.84	1.00	0.5
18	289.81	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	9.99	21.84	21.84	1.72	0.5
17	289.80	14.00	0.80	0.00	0.00	131.01	0.00*	-	131.01	131.01	1.00	0.5
16	289.04	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	12.98	21.84	21.84	2.23	0.5
15	288.29	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	13.60	21.84	21.84	2.34	0.5
14	288.27	14.00	0.80	0.00	0.00	131.01	0.00*	-	131.01	131.01	1.00	0.5
13	287.51	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	16.03	21.84	21.84	2.76	0.5
12	286.76	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	12.17	21.84	21.84	2.10	0.5
11	286.75	13.00	0.80	0.00	0.00	131.01	0.00*	-	131.01	131.01	1.00	0.5
10	286.00	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	8.84	21.84	21.84	1.52	0.5
9	285.25	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	13.03	21.84	21.84	2.24	0.5
8	285.24	13.00	0.80	0.00	0.00	131.01	0.00*	-	131.01	131.01	1.00	0.5
7	284.48	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	13.83	21.84	21.84	2.38	0.5
6	283.73	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	11.24	21.84	21.84	1.93	0.5
5	283.71	9.00	0.80	0.00	0.00	131.01	0.00*	-	131.01	131.01	1.00	0.5
4	282.95	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	11.90	21.84	21.84	2.05	0.5
3	282.19	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	10.78	21.84	21.84	1.86	0.5
2	281.44	2.50	1.00	11.62	0.65	21.84	11.62*	11.18	21.84	21.84	1.00	0.5
1	280.68	2.00	1.00	14.17	0.65					21.84		0.5

Legende Wand
ABMESSUNGEN
unten: x = 0.000 y = 280.675 m
Länge = 24.604 m Neigung Betonschale = 70.00 °
GRUNDDATEN
 $H_{k,grq} / H_{k,g}$ = Erddruck = 382.03 / 360.31 kN/m
Mindesterdruk maßgebend ($\phi_{res} = 40.0^\circ$)
Neigung Hinterkante Wand = 65.65 °
Wandreibungswinkel delta / Reibungswinkel phi = 0.667
Abmind. Erddruck wg. Neigung Hinterkante Wand und delta = 0.382
 $V_{k,grq} / V_{k,g}$ = 1406.44 / 1406.44 kN/m
Momente um Mittelpunkt Wandsohle:
 $M_{k,grq} / M_{k,g}$ (aus H-Kräften) = 699.74 / 659.96 kN-m/m
 $M_{k,grq} / M_{k,g}$ (aus V-Kräften) = -7342.90 / -7342.90 kN-m/m
b = 2.00 m
 $\phi_k = 40.0^\circ$
Teilsicherheiten (Geo-2):
 γ_g (Ständige Einw.) = 1.35
 γ_q (Veränderliche Einw.) = 1.50
GLEITEN
 γ (Gleit) = 1.10
 $\mu_{k,grq} / \mu_g$ (Gleit) = 0.48 / 0.45
KIPPSICHERHEIT
Exzentrizität $e_{grq} / e_g = -4.723 / -4.752$ m
zul $e_{grq} = 0.667 = b/3$ / zul $e_g = 0.333$ m = b/6
Exzentrizität $e_{grq} > b/3$ aber Wand kippt nach hinten
Exzentrizität $e_g > b/6$ aber Wand kippt nach hinten
GRUNDBRUCH für ebenes Gelände
 $c_k = 20.0$ kN/m²
 $\gamma_{2,k} = 25.0$ kN/m³
 γ (Grundbruch) = 1.40
 $\mu_{k,grq} / \mu_g$ (Grundbruch) = 0.72 / 0.68

Norm: EC 7
Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\phi^*) = 1.25$
- $\gamma(c^*) = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(Wichten) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$
Gleitkörper Nr. 1198: $\mu = 0.99$
mit Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien

UNDER
your feet

Entwickeln | Berechnen | Beraten
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH

Frankenstraße 46
92353 Postbauer-Heng
sued@under-your-feet.de

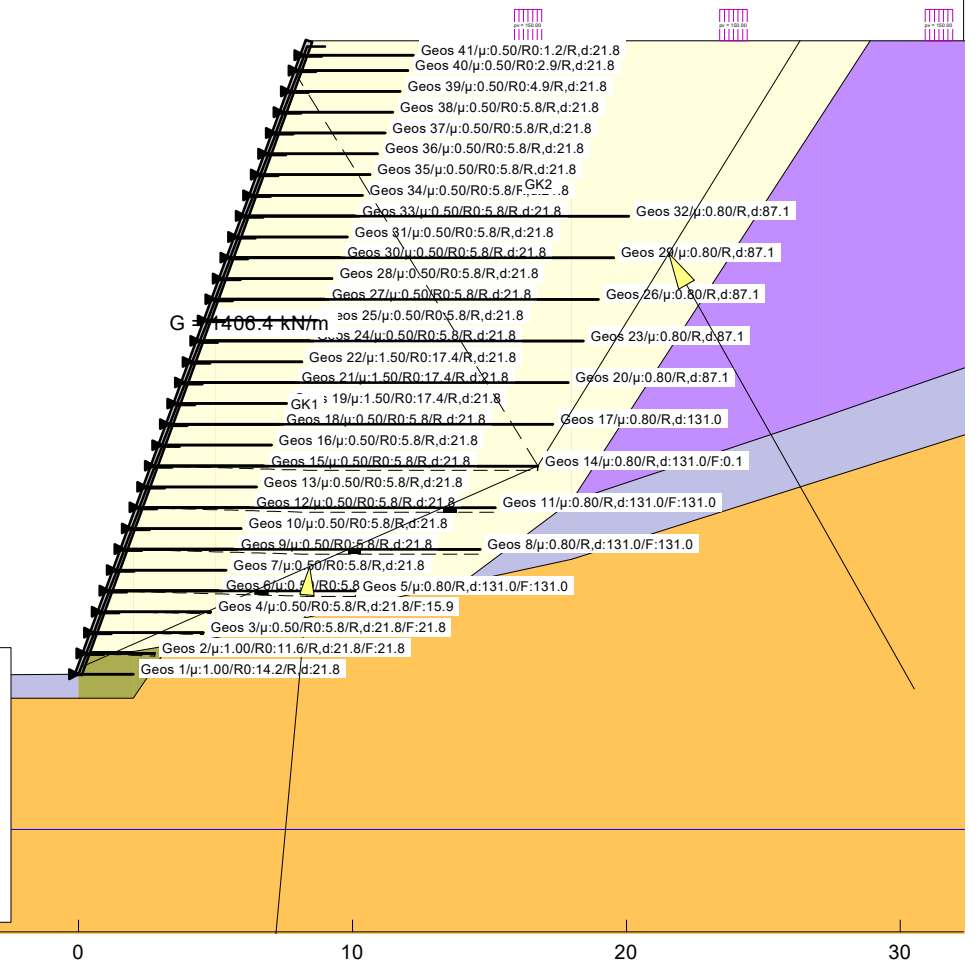
Abfallwirtschaft Kaiserslautern
Deponie Kapiteltal
Schnitt 2 - 2, Variation

Innere Standsicherheit

Anlage B.2.2

Projekt-Nr. 2020-548

Datum 09.11.2020



Böschungsberechnung nach EC 7 mit Starrkörperbruchmechanismen

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

dTh [kN/m] = erforderliche horizontale Zusatzkraft, um für "eta bzw $\mu = 1.0$ " das Krafteck zu schliessen

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- gam(phi)= 1.25

- gam(c') = 1.25

- gam(cu) = 1.25

- gam(Wichten) = 1.00

- gam(Ständige Einw.) = 1.00

- gam(Veränderliche Einw.) = 1.30

- gam(Herausziehen) = 1.4000 (GEO-2)

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	280.467	2	0.000	280.675	3	8.415	303.795	4	50.000	303.795

Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien berücksichtigt.

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	40.00	20.00	25.00	Beton
3	30.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
5	35.00	20.00	23.00	Fels

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	29.26	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	33.87	16.00	25.00	Beton
3	24.79	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	24.79	0.00	20.00	Lockergestein
5	29.26	16.00	23.00	Fels

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.300	281.500	2.000	281.500	1
2	2.000	281.500	5.000	282.000	1
3	5.000	282.000	14.000	284.000	1
4	14.000	284.000	18.000	287.000	1
5	18.000	287.000	28.904	303.795	1
6	0.000	279.800	2.000	279.800	2
7	2.000	279.800	3.292	281.715	2
8	18.000	287.000	27.000	290.000	3
9	27.000	290.000	50.000	298.000	3
10	-30.000	279.800	0.000	279.800	4
11	14.000	284.000	18.000	284.870	4
12	18.000	284.870	50.000	295.000	4
13	-30.000	270.000	50.000	270.000	5

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	275.000	2	50.000	275.000

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	150.00	150.00	15.91	16.91	303.80

2	150.00	150.00	23.41	24.41	303.80
3	150.00	150.00	30.91	31.91	303.80

Geosynthetics

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.

Haftspannung f berechnet mit:

$$f = \mu \cdot \tan(\varphi) \cdot \sigma'$$

μ [-] = Abminderungsfaktor der Reibung zwischen Boden und Geosynthetic

σ' [kN/m²] = effektive Spannung

R_0 [kN/m] = Bemessungskraft am Anschluss

R_d [kN/m] = aufnehmbare Bemessungskraft

Rückschlag oben [m]: 0.200

Nr.	x1	y1	x2	y2	μ	L0	R0	R,d
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.00	280.68	2.00	280.68	1.000	0.65	14.17	21.84
2	0.28	281.44	2.78	281.44	1.000	0.65	11.62	21.84
3	0.55	282.19	4.55	282.19	0.500	0.65	5.81	21.84
4	0.83	282.95	4.83	282.95	0.500	0.65	5.81	21.84
5	1.11	283.71	10.11	283.71	0.800	0.00	0.00	131.01
6	1.11	283.73	5.11	283.73	0.500	0.65	5.81	21.84
7	1.38	284.48	5.38	284.48	0.500	0.65	5.81	21.84
8	1.66	285.24	14.66	285.24	0.800	0.00	0.00	131.01
9	1.66	285.25	5.66	285.25	0.500	0.65	5.81	21.84
10	1.94	286.00	5.94	286.00	0.500	0.65	5.81	21.84
11	2.21	286.75	15.21	286.75	0.800	0.00	0.00	131.01
12	2.22	286.76	6.22	286.76	0.500	0.65	5.81	21.84
13	2.49	287.51	6.49	287.51	0.500	0.65	5.81	21.84
14	2.77	288.27	16.77	288.27	0.800	0.00	0.00	131.01
15	2.77	288.29	6.77	288.29	0.500	0.65	5.81	21.84
16	3.04	289.04	7.04	289.04	0.500	0.65	5.81	21.84
17	3.32	289.80	17.32	289.80	0.800	0.00	0.00	131.01
18	3.32	289.81	7.32	289.80	0.500	0.65	5.81	21.84
19	3.60	290.56	7.60	290.56	1.500	0.65	17.42	21.84
20	3.87	291.31	17.87	291.31	0.800	0.00	0.00	87.14
21	3.88	291.32	7.88	291.32	1.500	0.65	17.43	21.84
22	4.15	292.07	8.15	292.07	1.500	0.65	17.42	21.84
23	4.43	292.83	18.43	292.83	0.800	0.00	0.00	87.14
24	4.43	292.85	8.43	292.85	0.500	0.65	5.81	21.84
25	4.70	293.60	8.70	293.60	0.500	0.65	5.81	21.84
26	4.98	294.36	18.98	294.36	0.800	0.00	0.00	87.14
27	4.98	294.37	8.98	294.37	0.500	0.65	5.81	21.84
28	5.26	295.12	9.26	295.12	0.500	0.65	5.81	21.84
29	5.53	295.88	19.53	295.88	0.800	0.00	0.00	87.14
30	5.54	295.88	9.54	295.88	0.500	0.65	5.81	21.84
31	5.81	296.63	9.81	296.63	0.500	0.65	5.81	21.84
32	6.09	297.39	20.09	297.39	0.800	0.00	0.00	87.14
33	6.09	297.40	10.09	297.40	0.500	0.65	5.81	21.84
34	6.36	298.15	10.36	298.15	0.500	0.65	5.81	21.84
35	6.64	298.92	10.64	298.92	0.500	0.65	5.81	21.84
36	6.92	299.68	10.92	299.68	0.500	0.65	5.81	21.84
37	7.19	300.44	11.19	300.44	0.500	0.65	5.81	21.84
38	7.47	301.19	11.47	301.19	0.500	0.65	5.81	21.84
39	7.75	301.95	11.75	301.95	0.500	0.65	4.90	21.84
40	8.02	302.71	12.02	302.71	0.500	0.65	2.89	21.84
41	8.23	303.28	12.23	303.28	0.500	0.65	1.23	21.84

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Wand

Abmessungen

unten: $x = 0.000$ $y = 280.675$ m

Länge = 24.604 m Neigung = 70.00 °

Grunddaten

$H, k, g + q$ = Erddruck = 382.03 kN/m

H, k, g = Erddruck = 360.31 kN/m

Mindesterdrruck maßgebend ($\phi_{i,ers} = 40.0^\circ$)

Neigung Hinterkante Wand = 65.65 °

Wandreibungswinkel δ / Reibungswinkel $\varphi = 0.667$

Abmind. Erddruck wg. Neigung Hinterkante Wand und $\delta = 0.382$

$V_{k,g+q} = 1406.44 \text{ kN/m}$

$V_{k,g} = 1406.44 \text{ kN/m}$

Momente um Mittelpunkt Wandsohle:

$M_{k,g+q}$ (aus H-Kräften) = 699.74 kN*m/m

$M_{k,g}$ (aus H-Kräften) = 659.96 kN*m/m

$M_{k,g+q}$ (aus V-Kräften) = -7342.90 kN*m/m

$M_{k,g}$ (aus V-Kräften) = -7342.90 kN*m/m

$b = 2.00 \text{ m}$

$\varphi_k = 40.0^\circ$

Gleitsicherheit

γ (Gleit) = 1.10

μ_{g+q} (Gleit) = 0.48

μ_g (Gleit) = 0.45

Kippsicherheit

Exzentrizität $e_{g+q} / e_g = -4.723 / -4.752 \text{ m}$

zul $e_{g+q} = 0.667 \text{ m} = b/3$ / zul $e_g = 0.333 \text{ m} = b/6$

Exzentrizität $e_{g+q} > b/3$ aber Wand kippt nach hinten

Exzentrizität $e_g > b/6$ aber Wand kippt nach hinten

Grundbruchsicherheit

für ebenes Gelände

$\varphi_k = 40.0^\circ$

$c_k = 20.0 \text{ kN/m}^2$

$\gamma_{2,k} = 25.0 \text{ kN/m}^3$

γ (Grundbruch) = 1.40

μ_{g+q} (Grundbruch) = 0.72

μ_g (Grundbruch) = 0.68

Maximale Kräfte: Geosynthetics

Nr	Tiefe	L	μ	R0	E(N,d)	eta	GK-Nr	E(E,d)	max.E,d	R,d
[-]	[m]	[m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
41	303.28	4.00	0.50	1.23	10.66	-	4423	0.19	10.66	21.84
40	302.71	4.00	0.50	2.89	21.84	-	6988	0.61	21.84	21.84
39	301.95	4.00	0.50	4.90	21.84	-	16	1.50	21.84	21.84
38	301.19	4.00	0.50	5.81	21.84	-	16	2.28	21.84	21.84
37	300.44	4.00	0.50	5.81	21.84	-	12	3.05	21.84	21.84
36	299.68	4.00	0.50	5.81	21.84	-	12	1.91	21.84	21.84
35	298.92	4.00	0.50	5.81	21.84	-	12	2.30	21.84	21.84
34	298.15	4.00	0.50	5.81	21.84	-	8	2.69	21.84	21.84
33	297.40	4.00	0.50	5.81	21.84	-	8	3.03	21.84	21.84
32	297.39	14.00	0.80	0.00	87.14	-	1	-	87.14	87.14
31	296.63	4.00	0.50	5.81	21.84	-	8	3.51	21.84	21.84
30	295.88	4.00	0.50	5.81	21.84	-	8	3.80	21.84	21.84
29	295.88	14.00	0.80	0.00	87.14	-	1	-	87.14	87.14
28	295.12	4.00	0.50	5.81	21.84	-	8	4.29	21.84	21.84
27	294.37	4.00	0.50	5.81	21.84	-	8	4.56	21.84	21.84
26	294.36	14.00	0.80	0.00	87.14	-	1	-	87.14	87.14
25	293.60	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	5.08	21.84	21.84
24	292.85	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	5.33	21.84	21.84
23	292.83	14.00	0.80	0.00	87.14	-	1	-	87.14	87.14
22	292.07	4.00	1.50	17.42	21.84	-	4	5.86	21.84	21.84
21	291.32	4.00	1.50	17.43	21.84	-	4	6.09	21.84	21.84
20	291.31	14.00	0.80	0.00	87.14	-	1	-	87.14	87.14
19	290.56	4.00	1.50	17.42	21.84	-	4	6.65	21.84	21.84
18	289.81	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	9.99	21.84	21.84
17	289.80	14.00	0.80	0.00	131.01	-	1	-	131.01	131.01
16	289.04	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	12.98	21.84	21.84
15	288.29	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	13.60	21.84	21.84
14	288.27	14.00	0.80	0.00	131.01	-	1	-	131.01	131.01
13	287.51	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	16.03	21.84	21.84
12	286.76	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	12.17	21.84	21.84
11	286.75	13.00	0.80	0.00	131.01	-	1	-	131.01	131.01
10	286.00	4.00	0.50	5.81	21.84	-	3	8.84	21.84	21.84
9	285.25	4.00	0.50	5.81	21.84	-	3	13.03	21.84	21.84
8	285.24	13.00	0.80	0.00	131.01	-	1	-	131.01	131.01
7	284.48	4.00	0.50	5.81	21.84	-	3	13.83	21.84	21.84
6	283.73	4.00	0.50	5.81	21.84	-	2	11.24	21.84	21.84
5	283.71	9.00	0.80	0.00	131.01	-	1	-	131.01	131.01
4	282.95	4.00	0.50	5.81	21.84	-	1	11.90	21.84	21.84

3	282.19	4.00	0.50	5.81	21.84	-	1	10.78	21.84	21.84
2	281.44	2.50	1.00	11.62	21.84	-	5	11.18	21.84	21.84
1	280.68	2.00	1.00	14.17	-	21.84				

$E(N,d)$ = Kraft aus Bruchmechanismus

$E(E,d)$ = Erddruck auf Außenhaut

$RA_{i,d}$ = Herausziehwiderstand Außenhaut

$\eta_{a,g}$ = Anpassungsfaktor $E(E,d)$

Wandreibungswinkel δ / Reibungswinkel $\varphi = 0.667$

$E(E,d)/2$ wegen Rückschlag

$$f = \mu \cdot \tan(\phi) \cdot \sigma'$$

Ergebnisse

Nr	μ	$dTh(\mu = 1.0)$	Lamellen
[-]	[-]	[kN/m]	[-]
1198	0.987	37.323	23

Koordinaten (Gleitkörper 1198)

Nr.	x [m]	y [m]	xzw [m]	yzw [m]	Nr.	x [m]	y [m]	xzw [m]	yzw [m]
1	0.095	280.935	-	-	2	16.766	288.275	7.962	302.550
3	26.339	303.795	-	-					

Ungünstigster Gleitkörper 1198

Nr	μ	$dTh(\mu = 1.0)$	Lamellen
[-]	[-]	[kN*m/m]	[-]
1198	0.987	37.323	23

Koordinaten (Gleitkörper 1198)

Nr	x[m]	y[m]	xzw[m]	yzw[m]	Nr	x[m]	y[m]	xzw[m]	yzw[m]
1	0.095	280.935	-	-	2	16.766	288.275	7.962	302.550
3	26.339	303.795	-	-					

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
	40.00	20.00	25.00	Beton
	35.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
	35.00	20.00	23.00	Fels

Norm: EC 7
 Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.87$
 $x_m = 0.03 \text{ m}$ $y_m = 316.70 \text{ m}$
 $R = 9.25 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Geosynthetics									
Nr.	Tiefe [m]	L [m]	μ [-]	R_d [kN/m]	L ₀ [m]	$E_{d,1}$ [kN/m]	max E_d [kN/m]	R_d [kN/m]	μ_d [-]
8	312.55	5.00	0.50	2.23	0.65	31.20	31.20	31.20	1.00
7	311.79	5.00	0.50	4.31	0.65	31.20	31.20	31.20	1.00
6	311.03	5.00	0.50	5.71	0.65	31.20	31.20	31.20	1.00
5	310.27	5.00	0.50	5.81	0.65	31.20	31.20	31.20	1.00
4	309.51	5.00	0.50	5.81	0.65	31.20	31.20	31.20	1.00
3	308.75	5.00	0.50	5.81	0.65	31.20	31.20	31.20	1.00
2	307.99	5.00	0.50	5.81	0.65	31.20	31.20	31.20	1.00
1	307.23	5.00	0.50	5.81	0.65	31.20	31.20	31.20	1.00

$E_{d,1}$ = Kraft aus Bruchmechanismus
 μ_d = Ausnutzung Geos. = $(E_{d,1}/R_d)/R_{d,0}$ bzw. max $E_{d,1}/R_d$
 GEO-2: $\mu_d = 1.30$ $\mu_0 = 1.50$

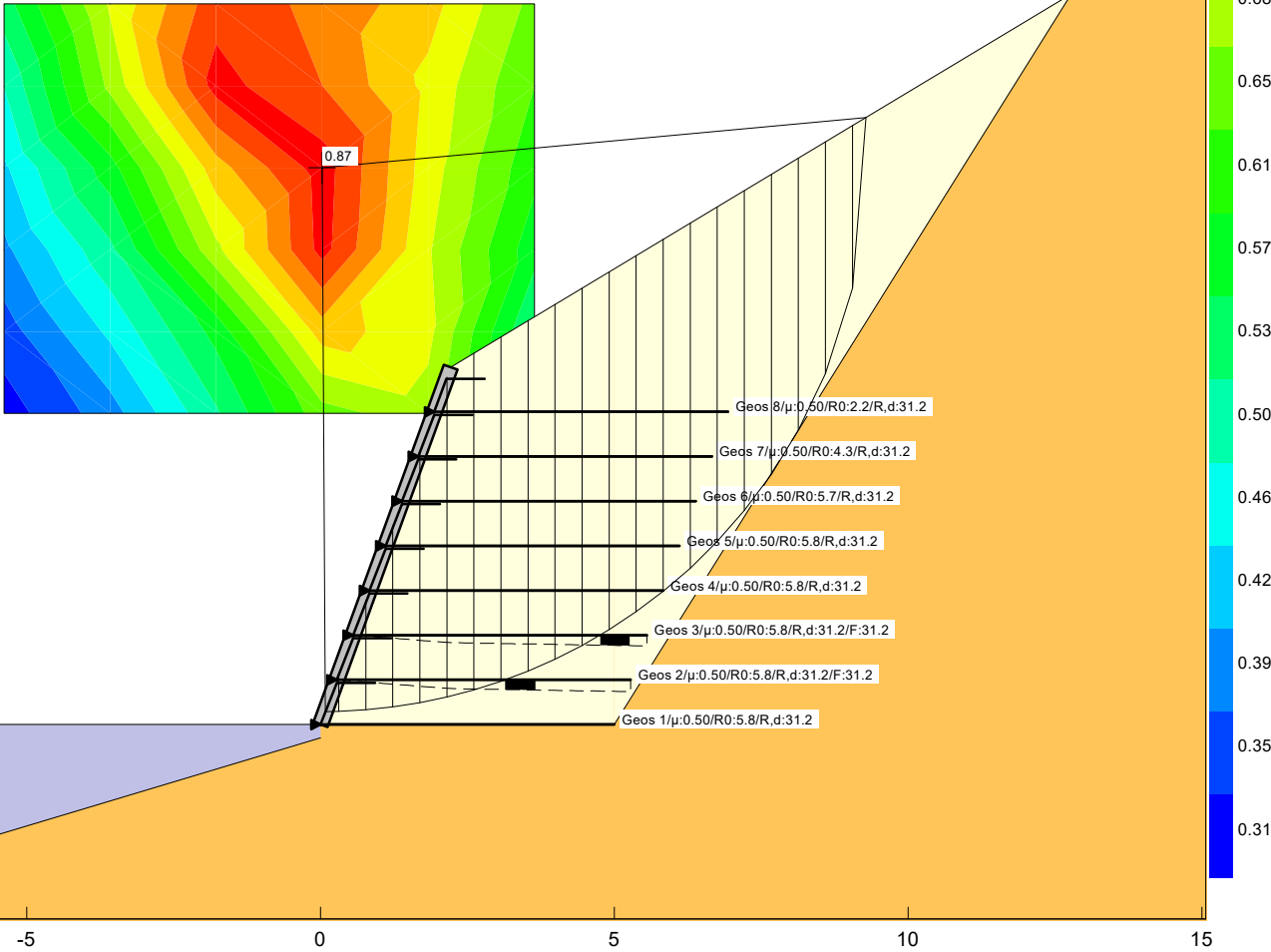
Legende Wand
 ABMESSUNGEN
 unten: x = 0.000 y = 307.228 m
 Länge = 6.470 m Neigung Betonschale = 70.00 °



Entwickeln | Berechnen | Beraten
 Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH

Frankenstraße 46
 92353 Postbauer-Heng
 sued@under-your-feet.de

Abfallwirtschaft Kaiserslautern		Anlage	C.1.1
Deponie Kapittelal		Projekt-Nr.	2020-548
Schnitt 9 - 9		Datum	09.11.2020
Äußere Standsicherheit			



Böschungsberechnung nach EC 7 mit Kreisgleitflächen

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel
 c [kN/m²] = Kohäsion
 γ [kN/m³] = Wichte
 μ [-] = Ausnutzungsgrad
 x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
 rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$
- $\gamma_m(c') = 1.25$
- $\gamma_m(c_u) = 1.25$
- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma_m(\text{Herausziehen}) = 1.4000$ (GEO-2)

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	307.228	2	0.000	307.228	3	2.213	313.308	4	20.000	324.000	5	40.000	324.000

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	40.00	20.00	25.00	Beton
3	35.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
5	35.00	20.00	23.00	Fels

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	29.26	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	33.87	16.00	25.00	Beton
3	29.26	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	24.79	0.00	20.00	Lockergestein
5	29.26	16.00	23.00	Fels

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	307.228	5.000	307.228	1
2	5.000	307.228	12.774	319.656	1
3	-30.000	298.000	0.000	307.000	4
4	-30.000	290.000	40.000	290.000	5

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	300.000	2	40.000	300.000

Geosynthetics

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.

Haftspannung f berechnet mit:

$$f = \mu \cdot \tan(\varphi) \cdot \sigma'$$

μ [-] = Abminderungsfaktor der Reibung zwischen Boden und Geosynthetic

σ' [kN/m²] = effektive Spannung

R_0 [kN/m] = Bemessungskraft am Anschluss

R_d [kN/m] = aufnehmbare Bemessungskraft

Rückschlag oben [m]: 0.200

Nr.	x1	y1	x2	y2	μ	L0	R0	Rd
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.00	307.23	5.00	307.23	0.500	0.65	5.81	31.20
2	0.28	307.99	5.28	307.99	0.500	0.65	5.81	31.20
3	0.55	308.75	5.55	308.75	0.500	0.65	5.81	31.20

4	0.83	309.51	5.83	309.51	0.500	0.65	5.81	31.20
5	1.11	310.27	6.11	310.27	0.500	0.65	5.81	31.20
6	1.38	311.03	6.38	311.03	0.500	0.65	5.71	31.20
7	1.66	311.79	6.66	311.79	0.500	0.65	4.31	31.20
8	1.94	312.55	6.94	312.55	0.500	0.65	2.23	31.20

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00
Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Wand

Abmessungen

unten: x = 0.000 y = 307.228 m

Länge = 6.470 m Neigung = 70.00 °

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 4.4160 308.5548

x / y (Ende): 5.1552 306.8819

Anzahl Radian = 40

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
22	0.0275	316.7015	9.2535	20	0.8671	4366.648	5035.854	5035.9	0.0	4366.6	0.0

324
322
320
318
316
314
312
310
308
306
304

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
	40.00	20.00	25.00	Beton
	35.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
	35.00	20.00	23.00	Fels

Norm: EC 7
Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\phi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$
Gleitkörper Nr. 122: $\mu = 0.98$
mit Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien

Geosynthetics												
Nr.	Tiefe [m]	L [m]	μ [-]	$R_{L,2}$ [kN/m]	L_0 [m]	$E_{L,2}$ [kN/m]	$R_{L,2}$ [kN/m]	$E_{L,2}/2$ [kN/m]	max E_L [kN/m]	R_L [kN/m]	μ_L [-]	η_L [-]
8	312.55	5.00	0.50	2.23	0.65	31.20	2.23*	0.67	31.20	31.20	1.00	1.0
7	311.79	5.00	0.50	4.31	0.65	31.20	4.31*	2.01	31.20	31.20	1.00	1.0
6	311.03	5.00	0.50	5.71	0.65	31.20	5.71*	3.35	31.20	31.20	1.00	1.0
5	310.27	5.00	0.50	5.81	0.65	31.20	5.81*	2.34	31.20	31.20	1.00	0.5
4	309.51	5.00	0.50	5.81	0.65	31.20	5.81*	3.01	31.20	31.20	1.00	0.5
3	308.75	5.00	0.50	5.81	0.65	31.20	5.81*	3.68	31.20	31.20	1.00	0.5
2	307.99	5.00	0.50	5.81	0.65	31.20	5.81*	4.35	31.20	31.20	1.00	0.5
1	307.23	5.00	0.50	5.81	0.65					31.20		0.5

$E_{L,2}$ = Kraft aus Bruchmechanik
 $R_{L,2}$ = Normierungsbasis-Scherkraft
 μ_L = Normierungsfaktor
 η_L = Normierungsfaktor
 $E_{L,2}/2$ wegen Rückschlag
 γ_L = Normierungsfaktor
 μ_L = Normierungsfaktor
 η_L = Normierungsfaktor
GEO-2: $\eta_L = 1.25$ $\mu_L = 1.25$

Legende Wand
ABMESSUNGEN
unten: $x = 0.000$ $y = 307.228$ m
Länge = 6.470 m Neigung Betonschale = 70.00 °
GRUNDGEGABEN
 $H_{k,g,q} / H_{k,g} = \text{Erddruck} = 118.53 / 118.53$ kN/m
Neigung Hinterkante Wand = 70.00 °
Wandreibungswinkel δ / Reibungswinkel $\phi = 0.667$
Abmind. Erddruck wg. Neigung Hinterkante Wand und $\delta = 0.464$
 $V_{k,g,q} / V_{k,g} = 800.41 / 800.41$ kN/m
Momente um Mittelpunkt Wandsohle:
 $M_{k,g,q} / M_{k,g}$ (aus H-Kräften) = 306.42 / 306.42 kN-m/m
 $M_{k,g,q} / M_{k,g}$ (aus V-Kräften) = -1348.67 / -1348.67 kN-m/m
 $b = 5.00$ m
 $\phi_k = 35.0^\circ$
Teilsicherheiten (GEO-2):
 γ_g (Ständige Einw.) = 1.35
 γ_q (Veränderliche Einw.) = 1.50
GLEITEN
 γ (Gleit) = 1.10
 $\mu_{g,q} / \mu_g$ (Gleit) = 0.63 / 0.63
 $\phi_k = 19.3^\circ$ (Geosynthetic in Gleitfuge)
KIPPSICHERHEIT
Exzentrizität $e_{g,q} / e_g = -1.302 / -1.302$ m
zul $e_{g,q} = 1.667 = b/3$ / zul $e_g = 0.833$ m = $b/6$
Kippsicherheit $\mu_{g,q}$ erfüllt
Exzentrizität $e_g > b/6$ aber Wand kippt nach hinten
GRUNDBRUCH für ebenes Gelände
 $c_k = 20.0$ kN/m²
 $\gamma_{2,k} = 23.0$ kN/m³
 γ (Grundbruch) = 1.40
 $\mu_{g,q} / \mu_g$ (Grundbruch) = 0.13 / 0.13

UNDER
your feet

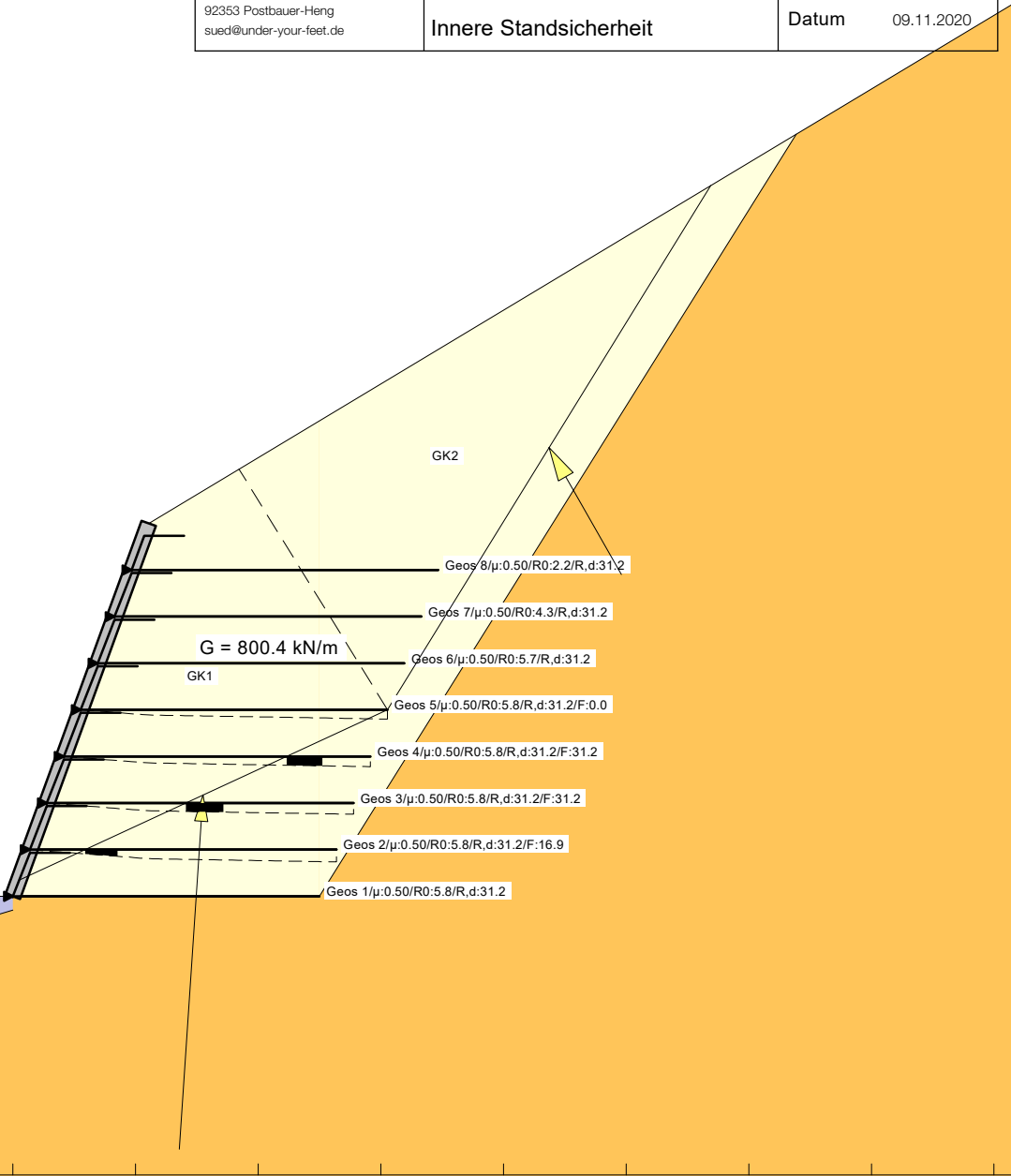
Entwickeln | Berechnen | Beraten
Ingenieurbüro für Geotechnik mbH

Frankenstraße 46
92353 Postbauer-Heng
sued@under-your-feet.de

Abfallwirtschaft Kaiserslautern
Deponie Kapittelal
Schnitt 9 - 9
Innere Standsicherheit

Anlage C.1.2
Projekt-Nr. 2020-548
Datum 09.11.2020

-12 -10 -8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8 10 12 14 16



Böschungsberechnung nach EC 7 mit Starrkörperbruchmechanismen

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

dTh [kN/m] = erforderliche horizontale Zusatzkraft, um für "eta bzw $\mu = 1.0$ " das Krafteck zu schliessen

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$

- $\gamma_m(c') = 1.25$

- $\gamma_m(c_u) = 1.25$

- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

- $\gamma_m(\text{Herausziehen}) = 1.4000$ (GEO-2)

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	307.228	2	0.000	307.228	3	2.213	313.308	4	20.000	324.000	5	40.000	324.000

Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien berücksichtigt.

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	40.00	20.00	25.00	Beton
3	35.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
5	35.00	20.00	23.00	Fels

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	29.26	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	33.87	16.00	25.00	Beton
3	29.26	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	24.79	0.00	20.00	Lockergestein
5	29.26	16.00	23.00	Fels

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	307.228	5.000	307.228	1
2	5.000	307.228	12.774	319.656	1
3	-30.000	298.000	0.000	307.000	4
4	-30.000	290.000	40.000	290.000	5

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	300.000	2	40.000	300.000

Geosynthetics

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.

Haftspannung f berechnet mit:

$$f = \mu \cdot \tan(\varphi) \cdot \sigma'$$

μ [-] = Abminderungsfaktor der Reibung zwischen Boden und Geosynthetic

σ' [kN/m²] = effektive Spannung

R_0 [kN/m] = Bemessungskraft am Anschluss

R_d [kN/m] = aufnehmbare Bemessungskraft

Rückschlag oben [m]: 0.200

Nr.	x1	y1	x2	y2	μ	L0	R0	R,d
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.00	307.23	5.00	307.23	0.500	0.65	5.81	31.20
2	0.28	307.99	5.28	307.99	0.500	0.65	5.81	31.20

3	0.55	308.75	5.55	308.75	0.500	0.65	5.81	31.20
4	0.83	309.51	5.83	309.51	0.500	0.65	5.81	31.20
5	1.11	310.27	6.11	310.27	0.500	0.65	5.81	31.20
6	1.38	311.03	6.38	311.03	0.500	0.65	5.71	31.20
7	1.66	311.79	6.66	311.79	0.500	0.65	4.31	31.20
8	1.94	312.55	6.94	312.55	0.500	0.65	2.23	31.20

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Wand

Abmessungen

unten: x = 0.000 y = 307.228 m

Länge = 6.470 m Neigung = 70.00 °

Grunddaten

H,k,g+q = Erddruck = 118.53 kN/m

H,k,g = Erddruck = 118.53 kN/m

Neigung Hinterkante Wand = 70.00 °

Wandreibungswinkel delta / Reibungswinkel ϕ = 0.667

Abmind. Erddruck wg. Neigung Hinterkante Wand und delta = 0.464

V,k,g+q = 800.41 kN/m

V,k,g = 800.41 kN/m

Momente um Mittelpunkt Wandsohle:

M,k,g+q (aus H-Kräften) = 306.42 kN*m/m

M,k,g (aus H-Kräften) = 306.42 kN*m/m

M,k,g+q (aus V-Kräften) = -1348.67 kN*m/m

M,k,g (aus V-Kräften) = -1348.67 kN*m/m

b = 5.00 m

ϕ_k = 35.0 °

Gleitsicherheit

γ (Gleit) = 1.10

μ ,g+q (Gleit) = 0.63

μ ,g (Gleit) = 0.63

ϕ_k = 19.3 ° (Geosynthetic in Gleitfuge)

Kippsicherheit

Exzentrizität e,g+q / e,g = -1.302 / -1.302 m

zul e,g+q = 1.667 m = b/3 / zul e,g = 0.833 m = b/6

Kippsicherheit,g+q erfüllt

Exzentrizität e,g > b/6 aber Wand kippt nach hinten

Grundbruchsicherheit

für ebenes Gelände

ϕ_k = 35.0 °

c_k = 20.0 kN/m²

$\gamma_{2,k}$ = 23.0 kN/m³

γ (Grundbruch) = 1.40

μ ,g+q (Grundbruch) = 0.13

μ ,g (Grundbruch) = 0.13

Maximale Kräfte: Geosynthetics

Nr	Tiefe	L	μ	R0	E(N,d)	eta	GK-Nr	E(E,d)	max.E,d	R,d
[-]	[m]	[m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
8	312.55	5.00	0.50	2.23	31.20	-	12	0.67	31.20	31.20
7	311.79	5.00	0.50	4.31	31.20	-	11	2.01	31.20	31.20
6	311.03	5.00	0.50	5.71	31.20	-	8	3.35	31.20	31.20
5	310.27	5.00	0.50	5.81	31.20	-	8	2.34	31.20	31.20
4	309.51	5.00	0.50	5.81	31.20	-	7	3.01	31.20	31.20
3	308.75	5.00	0.50	5.81	31.20	-	5	3.68	31.20	31.20
2	307.99	5.00	0.50	5.81	31.20	-	5	4.35	31.20	31.20
1	307.23	5.00	0.50	5.81	-	31.20				

E(N,d) = Kraft aus Bruchmechanismus

E(E,d) = Erddruck auf Außenhaut

RAi,d = Herausziehwiderstand Außenhaut

eta,g = Anpassungsfaktor E(E,d)

Wandreibungswinkel delta / Reibungswinkel ϕ = 0.667

E(E,d)/2 wegen Rückschlag

$$f = \mu \cdot \tan(\phi) \cdot \sigma'$$

Ergebnisse

Nr	μ	dTh($\mu = 1.0$)	Lamellen
[-]	[-]	[kN/m]	[-]
122	0.975	9.051	21

Koordinaten (Gleitkörper 122)

Nr.	x [m]	y [m]	xzw [m]	yzw [m]	Nr.	x [m]	y [m]	xzw [m]	yzw [m]
1	0.095	307.488	-	-	2	6.107	310.268	3.686	314.193
3	11.381	318.819	-	-					

Ungünstigster Gleitkörper 122

Nr	μ	dTh($\mu = 1.0$)	Lamellen
[-]	[-]	[kN*m/m]	[-]
122	0.975	9.051	21

Koordinaten (Gleitkörper 122)

Nr	x[m]	y[m]	xzw[m]	yzw[m]	Nr	x[m]	y[m]	xzw[m]	yzw[m]
1	0.095	307.488	-	-	2	6.107	310.268	3.686	314.193
3	11.381	318.819	-	-					

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
	40.00	20.00	25.00	Beton
	35.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
	35.00	20.00	23.00	Fels

Norm: EC 7

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{\max} = 0.84$

$x_m = 0.03 \text{ m}$ $y_m = 315.31 \text{ m}$

$R = 8.05 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.25$

- $\gamma(c') = 1.25$

- $\gamma(c_u) = 1.25$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

- $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$

Geosynthetics

Nr.	Tiefe [m]	L [m]	μ [-]	R_0 [kN/m]	L_0 [m]	$E_{k,d}$ [kN/m]	max E_d [kN/m]	R_d [kN/m]	μ_0 [-]
6	311.03	4.00	0.50	2.21	0.65	7.18	7.18	21.84	0.33
5	310.27	4.00	0.50	4.36	0.65	4.25	4.25	21.84	0.19
4	309.51	4.00	0.50	5.87	0.65	2.08	2.08	21.84	0.10
3	308.75	4.00	0.50	6.02	0.65	1.96	1.96	21.84	0.09
2	307.99	4.00	0.50	6.02	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
1	307.23	4.00	0.50	6.02	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00

$E_{k,d}$ = Kraft aus Bruchmechanismus
 μ_0 = Ausnutzung Geos. = $(E_{k,d}/R_d)/R_{k,d}$ bzw. max E_d/R_d
GEO-Z: $\mu_0 = 1.35$ $\mu_0 = 1.50$

Legende Wand

ABMESSUNGEN

unten: $x = 0.000$ $y = 307.228 \text{ m}$

Länge = 4.833 m Neigung Betonschale = 70.67°



Frankenstraße 46
92353 Postbauer-Heng
sued@under-your-feet.de

Abfallwirtschaft Kaiserslautern

Deponie Kapittelal

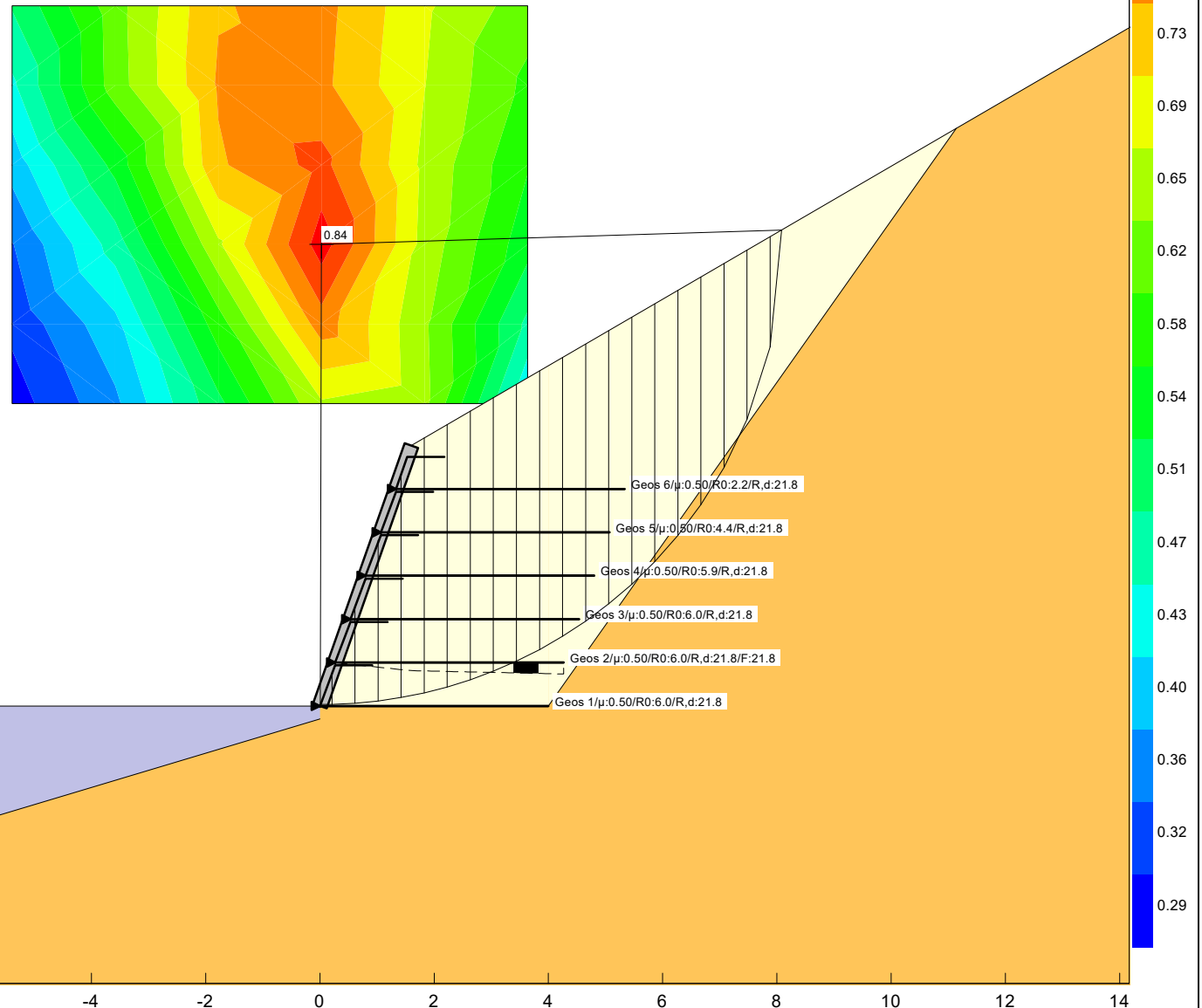
Schnitt 9 - 9 a

Äußere Standsicherheit

Anlage C.2.1

Projekt-Nr. 2020-548

Datum 09.11.2020



Böschungsberechnung nach EC 7 mit Kreisgleitflächen

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel
 c [kN/m²] = Kohäsion
 γ [kN/m³] = Wichte
 μ [-] = Ausnutzungsgrad
 x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
 rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$
- $\gamma_m(c') = 1.25$
- $\gamma_m(c_u) = 1.25$
- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma_m(\text{Herausziehen}) = 1.4000$ (GEO-2)

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	307.228	2	0.000	307.228	3	1.600	311.788	4	20.000	322.500	5	40.000	322.500

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	40.00	20.00	25.00	Beton
3	35.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
5	35.00	20.00	23.00	Fels

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	29.26	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	33.87	16.00	25.00	Beton
3	29.26	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	24.79	0.00	20.00	Lockergestein
5	29.26	16.00	23.00	Fels

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	307.228	4.000	307.228	1
2	4.000	307.228	11.140	317.342	1
3	-30.000	298.000	0.000	307.000	4
4	-30.000	290.000	40.000	290.000	5

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	300.000	2	40.000	300.000

Geosynthetics

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.

Haftspannung f berechnet mit:

$$f = \mu \cdot \tan(\varphi) \cdot \sigma'$$

μ [-] = Abminderungsfaktor der Reibung zwischen Boden und Geosynthetic

σ' [kN/m²] = effektive Spannung

R_0 [kN/m] = Bemessungskraft am Anschluss

R_d [kN/m] = aufnehmbare Bemessungskraft

Rückschlag oben [m]: 0.200

Nr.	x1	y1	x2	y2	μ	L0	R0	Rd
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.00	307.23	4.00	307.23	0.500	0.65	6.02	21.84
2	0.27	307.99	4.27	307.99	0.500	0.65	6.02	21.84
3	0.53	308.75	4.53	308.75	0.500	0.65	6.02	21.84

4	0.80	309.51	4.80	309.51	0.500	0.65	5.87	21.84
5	1.07	310.27	5.07	310.27	0.500	0.65	4.36	21.84
6	1.33	311.03	5.33	311.03	0.500	0.65	2.21	21.84

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00
Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Wand

Abmessungen

unten: x = 0.000 y = 307.228 m

Länge = 4.833 m Neigung = 70.67 °

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 4.4160 308.5548

x / y (Ende): 5.1552 306.8819

Anzahl Radian = 40

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
21	0.0275	315.3087	8.0544	20	0.8371	2618.983	3128.481	3128.5	0.0	2619.0	0.0

322

320

318

316

314

312

310

308

306

304

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
	40.00	20.00	25.00	Beton
	35.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
	35.00	20.00	23.00	Fels

Norm: EC 7

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\phi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$

Gleitkörper Nr. 118: $\mu = 0.97$

mit Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien

Geosynthetics												
Nr.	Tiefe [m]	L [m]	μ [-]	R_x [kN/m]	L_0 [m]	$R_{x,x}$ [kN/m]	$R_{x,x}$ [kN/m]	$E_{x,z}/2$ [kN/m]	max E_x [kN/m]	R_x [kN/m]	ϕ_0 [°]	η_0 [-]
6	311.03	4.00	0.50	2.21	0.65	21.84	2.21*	0.67	21.84	21.84	1.00	1.0
5	310.27	4.00	0.50	4.36	0.65	21.84	4.36*	2.00	21.84	21.84	1.00	1.0
4	309.51	4.00	0.50	5.87	0.65	21.84	5.87*	3.33	21.84	21.84	1.00	0.5
3	308.75	4.00	0.50	6.02	0.65	21.84	6.02*	2.33	21.84	21.84	1.00	0.5
2	307.99	4.00	0.50	6.02	0.65	21.84	6.02*	2.99	21.84	21.84	1.00	0.5
1	307.23	4.00	0.50	6.02	0.65					21.84		0.5

 $R_{x,x}$ = Kraft aus Bruchzustand R_x = Normalspannung ϕ_0 = Reibungswinkel η_0 = Anisotropiegrad $E_{x,z}/2$ = mittlere Spannung E_x = Spannung μ = Reibungskoeffizient γ = VerringerungsfaktorGEO-2: $\eta_0 = 1.35$ GEO-2: $\eta_0 = 1.35$ GEO-2: $\eta_0 = 1.35$ GEO-2: $\eta_0 = 1.35$

Legende Wand

ABMESSUNGEN

unten: $x = 0.000$ $y = 307.228$ m

Länge = 4.833 m Neigung Betonschale = 70.67°

GRUNDDATEN

 $H_{x,g} / H_{x,g} = \text{Erddruck} = 72.81 / 72.81$ kN/m

Neigung Hinterkante Wand = 70.66°

Wandreibungswinkel δ / Reibungswinkel $\phi = 0.667$ Abmind. Erddruck wg. Neigung Hinterkante Wand und $\delta = 0.476$ $V_{x,g} / V_{x,g} = 481.88 / 481.88$ kN/m

Momente um Mittelpunkt Wandsohle:

 $M_{x,g} / M_{x,g} (\text{aus H-Kräften}) = 144.59 / 144.59$ kN-m/m $M_{x,g} / M_{x,g} (\text{aus V-Kräften}) = -597.31 / -597.31$ kN-m/m $b = 4.00$ m $\phi_k = 35.0^\circ$

Teilsicherheiten (GEO-2):

 $\gamma_g (\text{Ständige Einw.}) = 1.35$ $\gamma_q (\text{Veränderliche Einw.}) = 1.50$

GLEITEN

 $\gamma (\text{Gleit}) = 1.10$ $\mu_{g,q} / \mu_g (\text{Gleit}) = 0.64 / 0.64$ $\phi_k = 19.3^\circ$ (Geosynthetic in Gleitfuge)

KIPPSICHERHEIT

Exzentrizität $e_{g,q} / e_g = -0.940 / -0.940$ mzul $e_{g,q} = 1.333 = b/3$ / zul $e_g = 0.667$ m = $b/6$ Kippsicherheit $\mu_{g,q}$ erfülltExzentrizität $e_g > b/6$ aber Wand kippt nach hinten

GRUNDBRUCH für ebenes Gelände

 $c_k = 20.0$ kN/m² $\gamma_{2,k} = 23.0$ kN/m³ $\gamma (\text{Grundbruch}) = 1.40$ $\mu_{g,q} / \mu_g (\text{Grundbruch}) = 0.12 / 0.12$ 

Frankenstraße 46
92353 Postbauer-Heng
sued@under-your-feet.de

Abfallwirtschaft Kaiserslautern

Deponie Kapittelal

Schnitt 9 - 9 a

Innere Standsicherheit

Anlage C.2.2

Projekt-Nr. 2020-548

Datum 09.11.2020

GK2

Geos 6/ $\mu:0.50/R0:2.2/R,d:21.8$ Geos 5/ $\mu:0.50/R0:4.4/R,d:21.8/F:0.0$ Geos 4/ $\mu:0.50/R0:5.9/R,d:21.8/F:21.8$ Geos 3/ $\mu:0.50/R0:6.0/R,d:21.8/F:21.8$ Geos 2/ $\mu:0.50/R0:6.0/R,d:21.8/F:13.4$ Geos 1/ $\mu:0.50/R0:6.0/R,d:21.8$

CGK1 181.0 kN/m

Böschungsberechnung nach EC 7 mit Starrkörperbruchmechanismen

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

dTh [kN/m] = erforderliche horizontale Zusatzkraft, um für "eta bzw $\mu = 1.0$ " das Krafteck zu schliessen

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$

- $\gamma_m(c') = 1.25$

- $\gamma_m(c_u) = 1.25$

- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

- $\gamma_m(\text{Herausziehen}) = 1.4000$ (GEO-2)

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	307.228	2	0.000	307.228	3	1.600	311.788	4	20.000	322.500	5	40.000	322.500

Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien berücksichtigt.

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	40.00	20.00	25.00	Beton
3	35.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
5	35.00	20.00	23.00	Fels

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	29.26	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	33.87	16.00	25.00	Beton
3	29.26	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	24.79	0.00	20.00	Lockergestein
5	29.26	16.00	23.00	Fels

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	307.228	4.000	307.228	1
2	4.000	307.228	11.140	317.342	1
3	-30.000	298.000	0.000	307.000	4
4	-30.000	290.000	40.000	290.000	5

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	300.000	2	40.000	300.000

Geosynthetics

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.

Haftspannung f berechnet mit:

$$f = \mu \cdot \tan(\varphi) \cdot \sigma'$$

μ [-] = Abminderungsfaktor der Reibung zwischen Boden und Geosynthetic

σ' [kN/m²] = effektive Spannung

R_0 [kN/m] = Bemessungskraft am Anschluss

R_d [kN/m] = aufnehmbare Bemessungskraft

Rückschlag oben [m]: 0.200

Nr.	x1	y1	x2	y2	μ	L0	R0	R,d
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.00	307.23	4.00	307.23	0.500	0.65	6.02	21.84
2	0.27	307.99	4.27	307.99	0.500	0.65	6.02	21.84

3	0.53	308.75	4.53	308.75	0.500	0.65	6.02	21.84
4	0.80	309.51	4.80	309.51	0.500	0.65	5.87	21.84
5	1.07	310.27	5.07	310.27	0.500	0.65	4.36	21.84
6	1.33	311.03	5.33	311.03	0.500	0.65	2.21	21.84

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00
Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Wand

Abmessungen

unten: x = 0.000 y = 307.228 m

Länge = 4.833 m Neigung = 70.67 °

Grunddaten

H,k,g+q = Erddruck = 72.81 kN/m

H,k,g = Erddruck = 72.81 kN/m

Neigung Hinterkante Wand = 70.66 °

Wandreibungswinkel delta / Reibungswinkel ϕ = 0.667

Abmind. Erddruck wg. Neigung Hinterkante Wand und delta = 0.476

V,k,g+q = 481.88 kN/m

V,k,g = 481.88 kN/m

Momente um Mittelpunkt Wandsohle:

M,k,g+q (aus H-Kräften) = 144.59 kN*m/m

M,k,g (aus H-Kräften) = 144.59 kN*m/m

M,k,g+q (aus V-Kräften) = -597.31 kN*m/m

M,k,g (aus V-Kräften) = -597.31 kN*m/m

b = 4.00 m

ϕ_k = 35.0 °

Gleitsicherheit

γ (Gleit) = 1.10

μ ,g+q (Gleit) = 0.64

μ ,g (Gleit) = 0.64

ϕ_k = 19.3 ° (Geosynthetic in Gleitfuge)

Kippsicherheit

Exzentrizität e,g+q / e,g = -0.940 / -0.940 m

zul e,g+q = 1.333 m = b/3 / zul e,g = 0.667 m = b/6

Kippsicherheit,g+q erfüllt

Exzentrizität e,g > b/6 aber Wand kippt nach hinten

Grundbruchsicherheit

für ebenes Gelände

ϕ_k = 35.0 °

c_k = 20.0 kN/m²

$\gamma_{2,k}$ = 23.0 kN/m³

γ (Grundbruch) = 1.40

μ ,g+q (Grundbruch) = 0.12

μ ,g (Grundbruch) = 0.12

Maximale Kräfte: Geosynthetics

Nr	Tiefe	L	μ	R0	E(N,d)	eta	GK-Nr	E(E,d)	max.E,d	R,d
[-]	[m]	[m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
6	311.03	4.00	0.50	2.21	21.84	-	12	0.67	21.84	21.84
5	310.27	4.00	0.50	4.36	21.84	-	11	2.00	21.84	21.84
4	309.51	4.00	0.50	5.87	21.84	-	8	3.33	21.84	21.84
3	308.75	4.00	0.50	6.02	21.84	-	7	2.33	21.84	21.84
2	307.99	4.00	0.50	6.02	21.84	-	5	2.99	21.84	21.84
1	307.23	4.00	0.50	6.02	-	21.84				

E(N,d) = Kraft aus Bruchmechanismus

E(E,d) = Erddruck auf Außenhaut

RAi,d = Herausziehungswiderstand Außenhaut

eta,g = Anpassungsfaktor E(E,d)

Wandreibungswinkel delta / Reibungswinkel ϕ = 0.667

E(E,d)/2 wegen Rückschlag

$f = \mu \cdot \tan(\phi) \cdot \sigma'$

Ergebnisse

Nr	μ	dTh($\mu = 1.0$)	Lamellen						
[-]	[-]	[kN/m]	[-]						
118	0.974	5.678	21						
Koordinaten (Gleitkörper 118)									
Nr.	x [m]	y [m]	xzw [m]	yzw [m]	Nr.	x [m]	y [m]	xzw [m]	yzw [m]
1	0.091	307.488	-	-	2	5.067	310.268	3.151	312.691
3	10.251	316.824	-	-					

Ungünstigster Gleitkörper 118

Nr	μ	dTh($\mu = 1.0$)	Lamellen						
[-]	[-]	[kN*m/m]	[-]						
118	0.974	5.678	21						
Koordinaten (Gleitkörper 118)									
Nr	x[m]	y[m]	xzw[m]	yzw[m]	Nr	x[m]	y[m]	xzw[m]	yzw[m]
1	0.091	307.488	-	-	2	5.067	310.268	3.151	312.691
3	10.251	316.824	-	-					

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
	40.00	20.00	25.00	Beton
	35.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
	35.00	20.00	23.00	Fels

Norm: EC 7

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{\max} = 1.00$

$x_m = -1.87$ m $y_m = 308.64$ m

$R = 15.35$ m

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.25$

- $\gamma(c') = 1.25$

- $\gamma(c_u) = 1.25$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

- $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$

Legende Wand

ABMESSUNGEN

unten: $x = 0.000$ $y = 293.360$ m

Länge = 11.980 m Neigung Betonschale = 70.04 °

Geosynthetics

Nr.	Tiefe [m]	L [m]	μ [-]	R_0 [kN/m]	L_0 [m]	$E_{k,u}$ [kN/m]	max E_d [kN/m]	R_d [kN/m]	μ_0 [-]
19	304.00	4.00	0.50	1.23	0.65	11.82	11.82	21.84	0.54
18	303.24	4.00	0.50	3.33	0.65	23.69	23.69	87.34	0.27
17	302.48	4.00	0.50	5.51	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
16	301.72	4.00	0.50	5.82	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
15	300.96	4.00	0.50	5.82	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
14	300.21	4.00	0.50	5.82	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
13	300.20	7.00	0.50	0.00	0.00	87.34	87.34	87.34	1.00
12	299.44	4.00	0.50	5.82	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
11	298.69	4.00	0.50	5.82	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
10	298.68	7.00	0.80	0.00	0.00	87.34	87.34	87.34	1.00
9	297.92	4.00	0.50	5.82	0.65	21.84	21.84	21.84	1.00
8	297.17	4.00	0.50	21.84	1.50	21.84	21.84	21.84	1.00
7	297.16	7.00	0.80	0.00	0.00	87.34	87.34	87.34	1.00
6	296.40	4.00	0.50	21.84	1.50	21.84	21.84	21.84	1.00
5	295.65	4.00	0.50	21.84	1.50	21.84	21.84	21.84	1.00
4	295.64	7.00	0.80	0.00	0.00	87.34	87.34	87.34	1.00
3	294.89	4.00	0.50	21.84	1.50	21.84	21.84	21.84	1.00
2	294.12	4.00	0.50	21.84	1.50	21.84	21.84	21.84	1.00
1	293.36	4.00	0.50	21.84	1.50	21.84	21.84	21.84	1.00

$E_{k,u}$ = Kraft aus Bruchmechanismus
 μ_0 = Ausnutzung Geos. = $(E_{k,u}/R_d)/R_{d,0}$ bzw. max E_d/R_d
GEO-2: $\gamma_0 = 1.35$ $\gamma_u = 1.50$



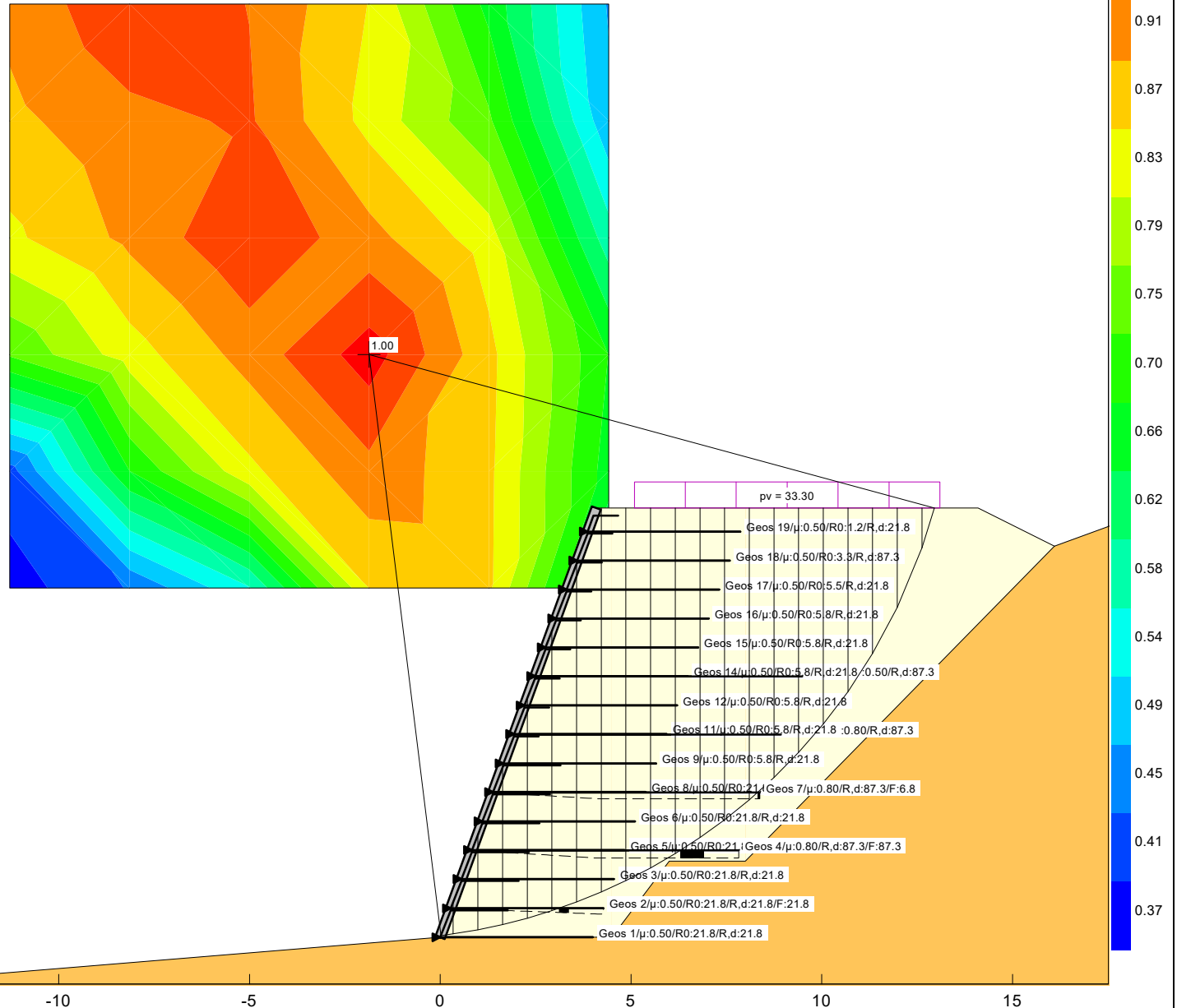
Abfallwirtschaft Kaiserslautern
Deponie Kapiteltal
Zufahrt Z1

Äußere Standsicherheit

Anlage D.1

Projekt-Nr. 2020-548

Datum 09.11.2020



Böschungsberechnung nach EC 7 mit Kreisgleitflächen

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel
 c [kN/m²] = Kohäsion
 γ [kN/m³] = Wichte
 μ [-] = Ausnutzungsgrad
 x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
 rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$
- $\gamma_m(c') = 1.25$
- $\gamma_m(cu) = 1.25$
- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma_m(\text{Herausziehen}) = 1.4000$ (GEO-2)

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	290.900	2	0.000	293.360	3	4.090	304.620	4	14.098	304.620	5	16.098	303.620
6	50.000	316.000												

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	40.00	20.00	25.00	Beton
3	35.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
5	35.00	20.00	23.00	Fels

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	29.26	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	33.87	16.00	25.00	Beton
3	29.26	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	24.79	0.00	20.00	Lockergestein
5	29.26	16.00	23.00	Fels

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	293.360	4.500	293.360	1
2	4.500	293.360	6.000	295.360	1
3	6.000	295.360	8.000	295.360	1
4	8.000	295.360	16.098	303.620	1
5	-30.000	280.000	50.000	280.000	5

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	290.000	2	50.000	290.000

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	33.30	33.30	5.09	13.10	304.62

Geosynthetics

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.

Haftspannung f berechnet mit:

$$f = \mu \cdot \tan(\varphi) \cdot \sigma'$$

μ [-] = Abminderungsfaktor der Reibung zwischen Boden und Geosynthetic

σ' [kN/m²] = effektive Spannung

R_0 [kN/m] = Bemessungskraft am Anschluss

R,d [kN/m] = aufnehmbare Bemessungskraft

Rückschlag oben [m]: 0.200

Nr.	x1	y1	x2	y2	μ	L0	R0	R,d
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.00	293.36	4.00	293.36	0.500	1.50	21.84	21.84
2	0.28	294.12	4.28	294.12	0.500	1.50	21.84	21.84
3	0.56	294.89	4.56	294.89	0.500	1.50	21.84	21.84
4	0.83	295.64	7.83	295.64	0.800	0.00	0.00	87.34
5	0.83	295.65	4.83	295.65	0.500	1.50	21.84	21.84
6	1.10	296.40	5.10	296.40	0.500	1.50	21.84	21.84
7	1.38	297.16	8.38	297.16	0.800	0.00	0.00	87.34
8	1.38	297.17	5.38	297.17	0.500	1.50	21.84	21.84
9	1.66	297.92	5.66	297.92	0.500	0.65	5.82	21.84
10	1.93	298.68	8.93	298.68	0.800	0.00	0.00	87.34
11	1.94	298.69	5.94	298.69	0.500	0.65	5.82	21.84
12	2.21	299.44	6.21	299.44	0.500	0.65	5.82	21.84
13	2.48	300.20	9.48	300.20	0.500	0.00	0.00	87.34
14	2.49	300.21	6.49	300.21	0.500	0.65	5.82	21.84
15	2.76	300.96	6.76	300.96	0.500	0.65	5.82	21.84
16	3.04	301.72	7.04	301.72	0.500	0.65	5.82	21.84
17	3.31	302.48	7.31	302.48	0.500	0.65	5.51	21.84
18	3.59	303.24	7.59	303.24	0.500	0.65	3.33	87.34
19	3.86	304.00	7.86	304.00	0.500	0.65	1.23	21.84

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Wand

Abmessungen

unten: x = 0.000 y = 293.360 m

Länge = 11.980 m Neigung = 70.04 °

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

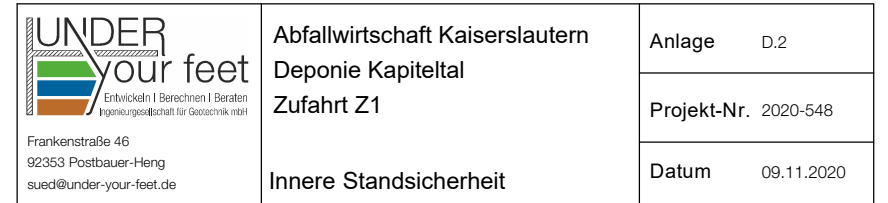
x / y (Anfang): 5.4255 301.0391

x / y (Ende): 4.5000 293.3600

Anzahl Radien = 40

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
21	-1.8659	308.6447	15.3531	20	0.9985	16465.528	16490.672	16490.7	0.0	16465.5	0.0



Böschungsberechnung nach EC 7 mit Starrkörperbruchmechanismen

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

dTh [kN/m] = erforderliche horizontale Zusatzkraft, um für "eta bzw $\mu = 1.0$ " das Krafteck zu schliessen

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$
- $\gamma_m(c') = 1.25$
- $\gamma_m(c_u) = 1.25$
- $\gamma_m(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma_m(\text{Herausziehen}) = 1.4000$ (GEO-2)

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	290.900	2	0.000	293.360	3	4.090	304.620	4	14.098	304.620	5	16.098	303.620
6	50.000	316.000												

Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien berücksichtigt.

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	40.00	20.00	25.00	Beton
3	35.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
5	35.00	20.00	23.00	Fels

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	29.26	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	33.87	16.00	25.00	Beton
3	29.26	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	24.79	0.00	20.00	Lockergestein
5	29.26	16.00	23.00	Fels

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	293.360	4.500	293.360	1
2	4.500	293.360	6.000	295.360	1
3	6.000	295.360	8.000	295.360	1
4	8.000	295.360	16.098	303.620	1
5	-30.000	280.000	50.000	280.000	5

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	290.000	2	50.000	290.000

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	33.30	33.30	5.09	13.10	304.62

Geosynthetics

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.

Haftspannung f berechnet mit:

$$f = \mu \cdot \tan(\varphi) \cdot \sigma'$$

μ [-] = Abminderungsfaktor der Reibung zwischen Boden und Geosynthetic

σ' [kN/m²] = effektive Spannung

R0 [kN/m] = Bemessungskraft am Anschluss

R,d [kN/m] = aufnehmbare Bemessungskraft

Rückschlag oben [m]: 0.200

Nr.	x1	y1	x2	y2	μ	L0	R0	R,d
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.00	293.36	4.00	293.36	0.500	1.50	21.84	21.84
2	0.28	294.12	4.28	294.12	0.500	1.50	21.84	21.84
3	0.56	294.89	4.56	294.89	0.500	1.50	21.84	21.84
4	0.83	295.64	7.83	295.64	0.800	0.00	0.00	87.34
5	0.83	295.65	4.83	295.65	0.500	1.50	21.84	21.84
6	1.10	296.40	5.10	296.40	0.500	1.50	21.84	21.84
7	1.38	297.16	8.38	297.16	0.800	0.00	0.00	87.34
8	1.38	297.17	5.38	297.17	0.500	1.50	21.84	21.84
9	1.66	297.92	5.66	297.92	0.500	0.65	5.82	21.84
10	1.93	298.68	8.93	298.68	0.800	0.00	0.00	87.34
11	1.94	298.69	5.94	298.69	0.500	0.65	5.82	21.84
12	2.21	299.44	6.21	299.44	0.500	0.65	5.82	21.84
13	2.48	300.20	9.48	300.20	0.500	0.00	0.00	87.34
14	2.49	300.21	6.49	300.21	0.500	0.65	5.82	21.84
15	2.76	300.96	6.76	300.96	0.500	0.65	5.82	21.84
16	3.04	301.72	7.04	301.72	0.500	0.65	5.82	21.84
17	3.31	302.48	7.31	302.48	0.500	0.65	5.51	21.84
18	3.59	303.24	7.59	303.24	0.500	0.65	3.33	87.34
19	3.86	304.00	7.86	304.00	0.500	0.65	1.23	21.84

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Wand

Abmessungen

unten: x = 0.000 y = 293.360 m

Länge = 11.980 m Neigung = 70.04 °

Grunddaten

H,k,g+q = Erddruck = 198.18 kN/m

H,k,g = Erddruck = 159.58 kN/m

Neigung Hinterkante Wand = 70.04 °

Wandreibungswinkel delta / Reibungswinkel ϕ = 0.667

Abmind. Erddruck wg. Neigung Hinterkante Wand und delta = 0.465

V,k,g+q = 1000.75 kN/m

V,k,g = 900.85 kN/m

Momente um Mittelpunkt Wandsohle:

M,k,g+q (aus H-Kräften) = 727.46 kN*m/m

M,k,g (aus H-Kräften) = 585.79 kN*m/m

M,k,g+q (aus V-Kräften) = -2300.82 kN*m/m

M,k,g (aus V-Kräften) = -1842.27 kN*m/m

b = 4.00 m

ϕ_k = 35.0 °

Gleitsicherheit

γ (Gleit) = 1.10

μ ,g+q (Gleit) = 0.86

μ ,g (Gleit) = 0.75

ϕ_k = 19.3 ° (Geosynthetic in Gleitfuge)

Kippsicherheit

Exzentrizität e,g+q / e,g = -1.572 / -1.395 m

zul e,g+q = 1.333 m = b/3 / zul e,g = 0.667 m = b/6

Exzentrizität e,g+q > b/3 aber Wand kippt nach hinten

Exzentrizität e,g > b/6 aber Wand kippt nach hinten

Grundbruchsicherheit

für ebenes Gelände

ϕ_k = 35.0 °

c_k = 20.0 kN/m²

$\gamma_{2,k}$ = 23.0 kN/m³

γ (Grundbruch) = 1.40

μ ,g+q (Grundbruch) = 0.29

μ ,g (Grundbruch) = 0.24

Maximale Kräfte: Geosynthetics

Nr	Tiefe	L	μ	R0	E(N,d)	eta	GK-Nr	E(E,d)	max.E,d	R,d
[-]	[m]	[m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
19	304.00	4.00	0.50	1.23	12.65	-	1162	0.26	12.65	21.84
18	303.24	4.00	0.50	3.33	27.41	-	2732	1.04	27.41	87.34
17	302.48	4.00	0.50	5.51	21.84	-	16	2.51	21.84	21.84
16	301.72	4.00	0.50	5.82	21.84	-	12	4.10	21.84	21.84
15	300.96	4.00	0.50	5.82	21.84	-	12	3.36	21.84	21.84
14	300.21	4.00	0.50	5.82	21.84	-	12	3.78	21.84	21.84
13	300.20	7.00	0.50	0.00	87.34	-	4	-	87.34	87.34
12	299.44	4.00	0.50	5.82	21.84	-	12	4.32	21.84	21.84
11	298.69	4.00	0.50	5.82	21.84	-	11	4.62	21.84	21.84
10	298.68	7.00	0.80	0.00	87.34	-	2	-	87.34	87.34
9	297.92	4.00	0.50	5.82	21.84	-	8	5.15	21.84	21.84
8	297.17	4.00	0.50	21.84	21.84	-	8	5.41	21.84	21.84
7	297.16	7.00	0.80	0.00	87.34	-	1	-	87.34	87.34
6	296.40	4.00	0.50	21.84	21.84	-	8	5.95	21.84	21.84
5	295.65	4.00	0.50	21.84	21.84	-	7	6.19	21.84	21.84
4	295.64	7.00	0.80	0.00	87.34	-	1	-	87.34	87.34
3	294.89	4.00	0.50	21.84	21.84	-	5	6.66	21.84	21.84
2	294.12	4.00	0.50	21.84	21.84	-	5	7.15	21.84	21.84
1	293.36	4.00	0.50	21.84	-	21.84				

E(N,d) = Kraft aus Bruchmechanismus

E(E,d) = Erddruck auf Außenhaut

RAi,d = Herausziehwiderstand Außenhaut

eta,g = Anpassungsfaktor E(E,d)

Wandreibungswinkel delta / Reibungswinkel $\phi = 0.667$

E(E,d)/2 wegen Rückschlag

$f = \mu \cdot \tan(\phi) \cdot \sigma'$

Ergebnisse

Nr	μ	dTh($\mu = 1.0$)	Lamellen
[-]	[-]	[kN/m]	[-]
63	0.985	13.314	20

Koordinaten (Gleitkörper 63)

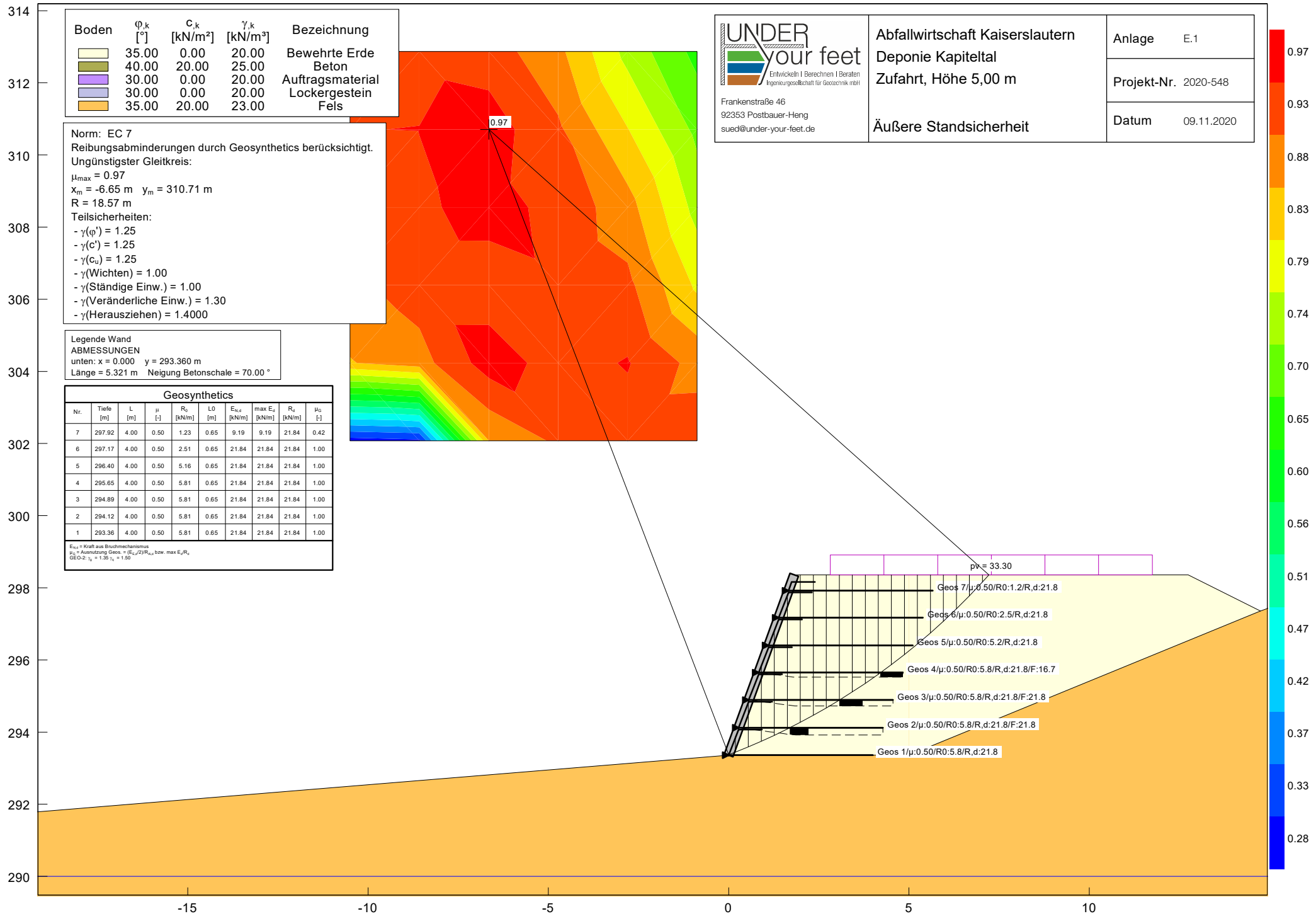
Nr.	x [m]	y [m]	xzw [m]	yzw [m]	Nr.	x [m]	y [m]	xzw [m]	yzw [m]
1	0.094	293.620	-	-	2	7.828	295.640	3.893	304.079
3	12.016	304.620	-	-					

Ungünstigster Gleitkörper 63

Nr	μ	dTh($\mu = 1.0$)	Lamellen
[-]	[-]	[kN*m/m]	[-]
63	0.985	13.314	20

Koordinaten (Gleitkörper 63)

Nr	x[m]	y[m]	xzw[m]	yzw[m]	Nr	x[m]	y[m]	xzw[m]	yzw[m]
1	0.094	293.620	-	-	2	7.828	295.640	3.893	304.079
3	12.016	304.620	-	-					



Böschungsberechnung nach EC 7 mit Kreisgleitflächen

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel
 c [kN/m²] = Kohäsion
 γ [kN/m³] = Wichte
 μ [-] = Ausnutzungsgrad
 x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
 rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- $\gamma_m(\varphi) = 1.25$
- $\gamma_m(c') = 1.25$
- $\gamma_m(c_u) = 1.25$
- $\gamma_m(Wichten) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma_m(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma_m(\text{Herausziehen}) = 1.4000$ (GEO-2)

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	290.900	2	0.000	293.360	3	1.820	298.360	4	12.747	298.360	5	14.747	297.360
6	50.000	310.000												

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	40.00	20.00	25.00	Beton
3	30.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
5	35.00	20.00	23.00	Fels

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	29.26	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	33.87	16.00	25.00	Beton
3	24.79	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	24.79	0.00	20.00	Lockergestein
5	29.26	16.00	23.00	Fels

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	293.360	5.000	293.360	1
2	5.000	293.360	14.747	297.360	1
3	-30.000	280.000	50.000	280.000	5

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	290.000	2	50.000	290.000

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	33.30	33.30	2.82	11.75	298.36

Geosynthetics

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.

Haftspannung f berechnet mit:

$$f = \mu \cdot \tan(\varphi) \cdot \sigma'$$

μ [-] = Abminderungsfaktor der Reibung zwischen Boden und Geosynthetic

σ' [kN/m²] = effektive Spannung

R_0 [kN/m] = Bemessungskraft am Anschluss

R_d [kN/m] = aufnehmbare Bemessungskraft

Rückschlag oben [m]: 0.200

Nr.	x1	y1	x2	y2	μ	L0	R0	R,d
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.00	293.36	4.00	293.36	0.500	0.65	5.81	21.84
2	0.28	294.12	4.28	294.12	0.500	0.65	5.81	21.84
3	0.56	294.89	4.56	294.89	0.500	0.65	5.81	21.84
4	0.83	295.65	4.83	295.65	0.500	0.65	5.81	21.84
5	1.11	296.40	5.11	296.40	0.500	0.65	5.16	21.84
6	1.39	297.17	5.39	297.17	0.500	0.65	2.51	21.84
7	1.66	297.92	5.66	297.92	0.500	0.65	1.23	21.84

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Wand

Abmessungen

unten: x = 0.000 y = 293.360 m

Länge = 5.321 m Neigung = 70.00 °

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 2.1506 296.1001

x / y (Ende): 3.1230 293.3269

Anzahl Radian = 40

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
17	-6.6498	310.7070	18.5683	20	0.9716	5464.518	5624.507	5624.5	0.0	5464.5	0.0

308

306

304

302

300

298

296

294

292

290

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
	40.00	20.00	25.00	Beton
	30.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
	35.00	20.00	23.00	Fels

Norm: EC 7

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.
Teilsicherheiten:

- $\gamma(\phi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$

Gleitkörper Nr. 118: $\mu = 0.87$

mit Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien

Legende Wand

ABMESSUNGEN

unten: $x = 0.000$ $y = 293.360$ m

Länge = 5.321 m Neigung Betonschale = 70.00 °

GRUNDDATEN

 $H_{k,q} / H_{k,g} = \text{Erddruck} = 52.36 / 31.43$ kN/m

Neigung Hinterkante Wand = 70.00 °

Wandreibungswinkel delta / Reibungswinkel phi = 0.667

Abmind. Erddruck wg. Neigung Hinterkante Wand und delta = 0.464

 $V_{k,q} / V_{k,g} = 499.92 / 400.01$ kN/m

Momente um Mittelpunkt Wandsohle:

 $M_{k,q} / M_{k,g} \text{ (aus H-Kräften)} = 87.27 / 52.38$ kN-m/m $M_{k,q} / M_{k,g} \text{ (aus V-Kräften)} = -595.79 / -364.02$ kN-m/m $b = 4.00$ m $\phi_k = 35.0$ °

Teilsicherheiten (GEO-2):

 $\gamma_g \text{ (Ständige Einw.)} = 1.35$ $\gamma_q \text{ (Veränderliche Einw.)} = 1.50$

GLEITEN

 $\gamma \text{ (Gleit)} = 1.10$ $\mu_{g,q} / \mu_{g,g} \text{ (Gleit)} = 0.46 / 0.33$ $\phi_k = 19.3$ ° (Geosynthetic in Gleitfuge)

KIPPSICHERHEIT

Exzentrizität $e_{g,q} / e_{g,g} = -1.017 / -0.779$ mzul $e_{g,q} = 1.333 = b/3$ / zul $e_{g,g} = 0.667$ m = $b/6$ Kippsicherheit $\mu_{g,q}$ erfülltExzentrizität $e_{g,g} > b/6$ aber Wand kippt nach hinten

GRUNDBRUCH für ebenes Gelände

 $c_k = 20.0$ kN/m² $\gamma_{2,k} = 23.0$ kN/m³ $\gamma \text{ (Grundbruch)} = 1.40$ $\mu_{g,q} / \mu_{g,g} \text{ (Grundbruch)} = 0.11 / 0.08$

Geosynthetics

Nr.	Tiefe [m]	L [m]	μ [-]	R_t [kN/m]	L_0 [m]	$E_{t,0}$ [kN/m]	$R_{t,0}$ [kN/m]	$E_{t,0}/2$ [kN/m]	max E_t [kN/m]	R_t [kN/m]	η_0 [-]	η_1 [-]
7	297.92	4.00	0.50	1.23	0.65	9.21	1.23*	0.13	9.21	21.84	0.42	1.0
6	297.17	4.00	0.50	2.51	0.65	21.84	2.51*	0.83	21.84	21.84	1.00	1.0
5	296.40	4.00	0.50	5.16	0.65	21.84	5.16*	2.30	21.84	21.84	1.00	1.0
4	295.65	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	2.61	21.84	21.84	1.00	0.5
3	294.89	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	3.23	21.84	21.84	1.00	0.5
2	294.12	4.00	0.50	5.81	0.65	21.84	5.81*	3.76	21.84	21.84	1.00	0.5
1	293.36	4.00	0.50	5.81	0.65					21.84		0.5

$E_{t,0}$ = Kraft aus Bruchmechanik
 $R_{t,0}$ = Transversalscherarbeitskapazität
 E_t = Enddruck auf Auflager
 μ = Reibungskoeffizient
 η_0 = Normierung (Gleit) = $E_{t,0}/(2 \cdot L_0 \cdot \mu)$ max. Größe
 η_1 = Reibungskoeffizient
 γ = Reibungswinkel
 GEO-2 ($\mu = 1.25$) ($\gamma = 1.35$)



Frankenstraße 46
 92353 Postbauer-Heng
 sued@under-your-feet.de

Abfallwirtschaft Kaiserslautern

Deponie Kapiteltal

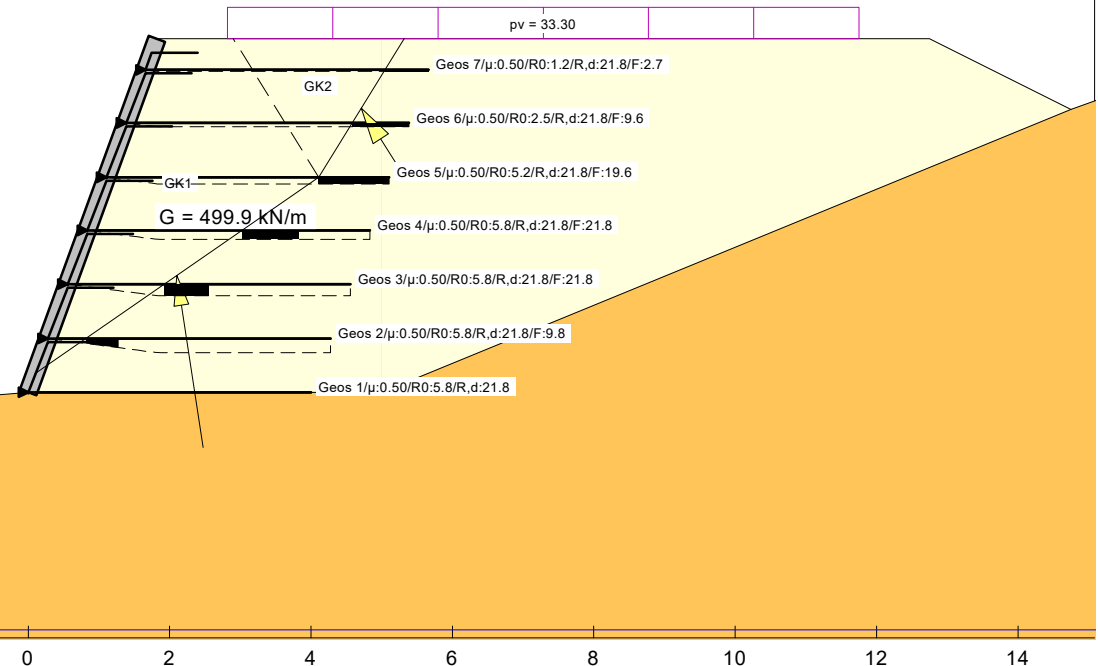
Zufahrt, Höhe 5,00 m

Innere Standsicherheit

Anlage E.2

Projekt-Nr. 2020-548

Datum 09.11.2020



Böschungsberechnung nach EC 7 mit Starrkörperbruchmechanismen

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

dTh [kN/m] = erforderliche horizontale Zusatzkraft, um für "eta bzw $\mu = 1.0$ " das Krafteck zu schliessen

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- gam(phi)= 1.25

- gam(c') = 1.25

- gam(cu) = 1.25

- gam(Wichten) = 1.00

- gam(Ständige Einw.) = 1.00

- gam(Veränderliche Einw.) = 1.30

- gam(Herausziehen) = 1.4000 (GEO-2)

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	290.900	2	0.000	293.360	3	1.820	298.360	4	12.747	298.360	5	14.747	297.360
6	50.000	310.000												

Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien berücksichtigt.

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	c_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	35.00	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	40.00	20.00	25.00	Beton
3	30.00	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	30.00	0.00	20.00	Lockergestein
5	35.00	20.00	23.00	Fels

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	c_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	29.26	0.00	20.00	Bewehrte Erde
2	33.87	16.00	25.00	Beton
3	24.79	0.00	20.00	Auftragsmaterial
4	24.79	0.00	20.00	Lockergestein
5	29.26	16.00	23.00	Fels

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	0.000	293.360	5.000	293.360	1
2	5.000	293.360	14.747	297.360	1
3	-30.000	280.000	50.000	280.000	5

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-30.000	290.000	2	50.000	290.000

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[m]
1	33.30	33.30	2.82	11.75	298.36

Geosynthetics

Reibungsabminderungen durch Geosynthetics berücksichtigt.

Haftspannung f berechnet mit:

$$f = \mu \cdot \tan(\varphi) \cdot \sigma'$$

μ [-] = Abminderungsfaktor der Reibung zwischen Boden und Geosynthetic

σ' [kN/m²] = effektive Spannung

R_0 [kN/m] = Bemessungskraft am Anschluss

R_d [kN/m] = aufnehmbare Bemessungskraft

Rückschlag oben [m]: 0.200

Nr.	x1	y1	x2	y2	μ	L0	R0	R,d
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.00	293.36	4.00	293.36	0.500	0.65	5.81	21.84
2	0.28	294.12	4.28	294.12	0.500	0.65	5.81	21.84
3	0.56	294.89	4.56	294.89	0.500	0.65	5.81	21.84
4	0.83	295.65	4.83	295.65	0.500	0.65	5.81	21.84
5	1.11	296.40	5.11	296.40	0.500	0.65	5.16	21.84
6	1.39	297.17	5.39	297.17	0.500	0.65	2.51	21.84
7	1.66	297.92	5.66	297.92	0.500	0.65	1.23	21.84

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Wand

Abmessungen

unten: x = 0.000 y = 293.360 m

Länge = 5.321 m Neigung = 70.00 °

Grunddaten

H,k,g+q = Erddruck = 52.36 kN/m

H,k,g = Erddruck = 31.43 kN/m

Neigung Hinterkante Wand = 70.00 °

Wandreibungswinkel delta / Reibungswinkel φ = 0.667

Abmind. Erddruck wg. Neigung Hinterkante Wand und delta = 0.464

V,k,g+q = 499.92 kN/m

V,k,g = 400.01 kN/m

Momente um Mittelpunkt Wandsohle:

M,k,g+q (aus H-Kräften) = 87.27 kN*m/m

M,k,g (aus H-Kräften) = 52.38 kN*m/m

M,k,g+q (aus V-Kräften) = -595.79 kN*m/m

M,k,g (aus V-Kräften) = -364.02 kN*m/m

b = 4.00 m

φ_k = 35.0 °

Gleitsicherheit

γ (Gleit) = 1.10

μ ,g+q (Gleit) = 0.46

μ ,g (Gleit) = 0.33

φ_k = 19.3 ° (Geosynthetic in Gleitfuge)

Kippsicherheit

Exzentrizität e,g+q / e,g = -1.017 / -0.779 m

zul e,g+q = 1.333 m = b/3 / zul e,g = 0.667 m = b/6

Kippsicherheit,g+q erfüllt

Exzentrizität e,g > b/6 aber Wand kippt nach hinten

Grundbruchsicherheit

für ebenes Gelände

φ_k = 35.0 °

c_k = 20.0 kN/m²

$\gamma_{2,k}$ = 23.0 kN/m³

γ (Grundbruch) = 1.40

μ ,g+q (Grundbruch) = 0.11

μ ,g (Grundbruch) = 0.08

Maximale Kräfte: Geosynthetics

Nr	Tiefe	L	μ	R0	E(N,d)	eta	GK-Nr	E(E,d)	max.E,d	R,d
[-]	[m]	[m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
7	297.92	4.00	0.50	1.23	9.21	-	37	0.13	9.21	21.84
6	297.17	4.00	0.50	2.51	21.84	-	12	0.83	21.84	21.84
5	296.40	4.00	0.50	5.16	21.84	-	8	2.30	21.84	21.84
4	295.65	4.00	0.50	5.81	21.84	-	4	2.61	21.84	21.84
3	294.89	4.00	0.50	5.81	21.84	-	2	3.23	21.84	21.84
2	294.12	4.00	0.50	5.81	21.84	-	1	3.76	21.84	21.84
1	293.36	4.00	0.50	5.81	-	21.84				

E(N,d) = Kraft aus Bruchmechanismus

E(E,d) = Erddruck auf Außenhaut

RAi,d = Herausziehwiderstand Außenhaut

$\eta, g = \text{Anpassungsfaktor } E(E, d)$
 Wandreibungswinkel δ / Reibungswinkel $\varphi = 0.667$
 $E(E, d)/2$ wegen Rückschlag
 $f = \mu \cdot \tan(\phi) \cdot \sigma'$

Ergebnisse

Nr	μ	$dTh(\mu = 1.0)$	Lamellen
[-]	[-]	[kN/m]	[-]
118	0.871	19.892	22

Koordinaten (Gleitkörper 118)

Nr.	x [m]	y [m]	xzw [m]	yzw [m]	Nr.	x [m]	y [m]	xzw [m]	yzw [m]
1	0.095	293.620	-	-	2	4.107	296.400	2.898	298.360
3	5.316	298.360	-	-					

Ungünstigster Gleitkörper 118

Nr	μ	$dTh(\mu = 1.0)$	Lamellen
[-]	[-]	[kN*m/m]	[-]
118	0.871	19.892	22

Koordinaten (Gleitkörper 118)

Nr	x[m]	y[m]	xzw[m]	yzw[m]	Nr	x[m]	y[m]	xzw[m]	yzw[m]
1	0.095	293.620	-	-	2	4.107	296.400	2.898	298.360
3	5.316	298.360	-	-					