

PROF. AST
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK UND
PROJEKTSTEUERUNG mbH

GLUCKSTRASSE 6
70195 STUTTGART - BOTNANG

Prof.Ast Ing.-Ges. mbH, Gluckst. 6, 70195 Stuttgart

**Landratsamt Alb-Donau-Kreis
Abfallwirtschaft
Postfach 28 20**

89070 Ulm

TELEFON (0711) 99 603-0
FAX (0711) 99 603-12
MOBIL (0172) 79 11 947
eMail Prof.Ast-Stuttgart@t-online.de

Ihr Zeichen/Ihre Nachricht vom
15.2/722.1312 / 01.02.2016

Unser Zeichen	Datum
2016-01-03.1-Bericht.docx	12.03.2016

DEPONIE „ROTER HAU“ IN EHINGEN-STETTEN

Untersuchung der Gesamtstandsicherheit - GEO 3 -
Geländebruchberechnungen nach DIN 4084

GEOTECHNISCHER BERICHT

12. März 2016

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines

- 1.1 Anlaß
- 1.2 Unterlagen
- 1.3 Regelwerke, Literatur, Rechenprogramme

2. Geotechnische Vorgaben für die Geländebruchberechnungen

- 2.1 Auswahl des Berechnungsprofils
- 2.2 Deponiekörper (Auffüllungen)
- 2.3 Natürlicher Baugrund
- 2.4 Hydrologische Situation

3. Numerisches Baugrundmodell

- 3.1 Idealisierter Schichtaufbau
- 3.2 Kennwerte für die Geländebruchberechnungen

4. Geländebruchberechnungen nach DIN 4084

- 4.1 Zum Teilsicherheitskonzept
- 4.2 Einwirkungen
 - 4.2.1 Ständige Einwirkungen aus Eigenlasten
 - 4.2.2 Veränderliche Einwirkungen aus Erdbeben
- 4.3 Widerstände
- 4.4 Ergebnisse

5. Diskussion der Ergebnisse und abschließende Beurteilung

Beilagen : 6

Anlagen:

Planunterlagen des IB Mauthe Ingenieure, Büro für Bauingenieurwesen, Balingen-Ostdorf
für die Standsicherheitsberechnung vom 24.02.2016

1. Allgemeines

1.1 Anlaß

Der Alb-Donau-Kreis betreibt die Deponie Ehingen-Stetten für die Ablagerung von Bauschutt und unbelasteten Bodenaushub.

Es ist eine Erhöhung der bestehenden Deponie geplant [U1] – in den Planunterlagen mit „Überhöhung 2011“ bezeichnet. Der Unterzeichnete wurde mit Schreiben vom 01.02.2016 beauftragt, die Standsicherheit der bereits hergestellten und der geplanten Deponieböschungen geotechnisch zu beurteilen.

Im Folgenden werden die geotechnischen Bedingungen für die durchgeführten Berechnungen erläutert, die Berechnungsergebnisse mitgeteilt und die Standsicherheit der Deponie (Geländebruchsicherheit) für den gegenwärtigen Zustand und die geplante Überhöhung beurteilt.

1.2 Unterlagen

Für die Berechnungen der Geländebruchsicherheit wurden die Planunterlagen und Angaben von Mauthe Ingenieure, Büro für Bauingenieurwesen, Balingen-Ostdorf, verwendet [U2]. Das Berechnungsprofil (Schnitt 1) wurde auf Veranlassung des Unterzeichneten vom IB Mauthe Ingenieure nach Auswertung der Höhenflurkarte aus dem Jahre 1911 ergänzt – mit der Einzeichnung „Urgelände (Stand 1911)“ -.

Im einzelnen wurden folgende Unterlagen verwendet:

- [U1] Landratsamt Alb-Donau-Kreis, Fachdienst Abfallwirtschaft:
Erhöhung der Deponie „Roter Hau II“
Antrag auf Planfeststellung vom 17.01.2011/ ergänzt: 28.10.2013
mit dem Inhalt:
- Erläuterungsbericht - Zusammenfassung
 - Plananlagen (Übersichtskarte, Luftbild, Lageplan – Bestand, Lageplan – Planung, Längenschnitt, Schnitte 1 und 2, Details 1 und 2)

- [U2] Mauthe Ingenieure, Büro für Bauingenieurwesen, Balingen-Ostdorf:
Planunterlagen zur Standsicherheitsberechnung vom 25.02.2016:

[U2.1] Lageplan – Planung, Überhöhung 2011 mit Bohrungen B1, B2, B3 (1988),
M 1 : 1000

[U2.2] Schnitt 1 – Überhöhung 2011 – M 1 : 500/500

[U2.3] Detailschnitt M 1 : 250

- [U3] Landratsamt Alb-Donau-Kreis, Fachdienst Abfallwirtschaft:
Mitteilung vom 11.02.2016 zur Erdbebenzone und Untergrundklasse des Deponie-
Standortes „Roter Hau“
- Unterlagen des LGL Baden-Württemberg:
- [K1] Aus dem Archiv :
Geodaten: Historische Höhenflurkarte 1 : 2.500, S.O. XXIV.41,
Schlechtenfelder Markung
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg:
- [K2] Geologischer Karte von Baden-Württemberg 1 : 25 000:
Blatt 7724 Ehingen , 3.,erg. Ausg., Freiburg i.Br. 2003.
- [G1] Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg i.Br.:
Gutachten f. das Wasserwirtschaftsamt Ulm vom 25.2.1988, Az.: Seu/Di 4763-9/88UI
Betr. Eignung des Standortes „Rotenhau“ auf Gemarkung Ehingen-Stetten als Erd-
aushub- und Bauschuttdeponie, Alb-Donau-Kreis (TK 25 Bl. 7724 Ehingen)
- [G2] Aufschlußarchiv des Geologisches Landesamt Baden-Württemberg:
Stammbblatt Bohrungen TK 7724 Ehingen:
Bohrungen B3/88 Rotenhau und B2/88 Rotenhau,
Erhebungsnummern: 7724BOH145 und 7724BOH146
- 1.3 Regelwerke, Literatur, Rechenprogramme
- [R1] Bekanntmachung des Wirtschaftsministeriums Ba.-Wü. über die
Liste der Technischen Baubestimmungen (LTB) vom 06. 06.2012 – Az.: 25-2601.1/43
- [R2] DIN 1054: 2010-12 mit DIN 1054/A1: 2012-08
Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau -
Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1:2010; Änderung A1:2012
- DIN EN 1997-1: 2010-10
Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik -
Teil 1: Allgemeine Regeln;
Deutsche Fassung EN 1997-1: 2004 + AC: 2009
- DIN EN 1997-1/NA: 2010-12
Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter -
- [R3] DIN 1055-2: 2010-11,
Einwirkungen auf Tragwerke- Teil 2: Bodenkenngößen
- [R4] DIN 4084: 2009-01 mit Beiblatt 1 DIN 4084: 2012-07
Baugrund- Geländebruchberechnungen

- [R5.1] DIN 4149: 2005-04
Bauten in Deutschen Erdbebengebieten
Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten
- [R5.2] Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen
für Baden-Württemberg, M 1: 350 000,
Bearbeitung: Freiburg, Abt. 9: Landesamt f. Geologie, Rohstoffe und Bergbau;
Herausgeber: Innenministerium Ba.-Wü., 2005
- Literatur, Programme:
- [L1] Brendlin, H., Leussink, H. u. T.G. Visweswaraya:
Abgrenzung der rolligen und bindigen Bereiche für das bodenphysikalische Verhalten
von Mischböden; Veröffentl. Inst. f. Bodenmechanik TH Karlsruhe, H 15, 1964
- [P1] GGU-Software: BOESCH, Böschungsberechnung mit Kreisgleitflächen und
polygonalen Gleitflächen nach DIN 4084, DIN 4084-100 und EC 7; Version 11.10,
Braunschweig, 07.01.2016

2. Geotechnische Vorgaben für die Geländebruchberechnungen

2.1 Auswahl des Berechnungsprofil

Nach örtlicher Beurteilung des Geländes der Baustoff- und Erddeponie am 22.01.2016 sowie nach Auswertung der Planunterlagen [U2] und der Geologischen Karte [K2] hinsichtlich möglicher bzw. denkbarer Gleitbewegungen unter der Deponieauflast bzw. in der Deponie selbst, wurde Schnitt 1 als Berechnungsprofil gewählt (siehe Lageplan in Beilage 1 und Berechnungsprofile in den Beilagen 2 und 3).

2.2 Deponiekörper (Auffüllungen)

Nach den Angaben in den Planunterlagen [U1] und in der historischen Karten [K1] lagern die Auf-füllungen der Deponie auf einem flachen Rücken des Urgeländes. Nach Angaben des IB Mauthe wurde vor Beginn der Auffüllungen das vorhandene Gelände eingeebnet, die Entwässerungsschicht und die Sickerwasserdränageleitungen auf der Deponiesohle verlegt (siehe Planunterlagen in [U1]).

Der Deponiekörper besteht im nördlichen Teil des Berechnungsprofils aus einer Auffüllung aus Bauschutt, im südlichen Teil aus einer Auffüllung aus unbelastetem Bodenaushub (siehe Detailschnitt in Beilage 3).

Für die Berechnung der Geländebruchsicherheit wird die Geländeoberfläche mit der Überhöhung der Erddeponie 2011 zugrunde gelegt.

Bild 1 zeigt die Bauschuttauffüllung (Südhang) am 22.01.2016



2.3 Natürlicher Baugrund

Der anstehende Baugrund wird im Gutachten des Geologischen Landesamtes vom 25.2.1988 [G1] beschrieben. Die zugehörigen Aufschlußbohrungen sind im Lageplan in Beilage 1, die für die Darstellung im Schnitt 1 geeigneten Bohrungen B 2 und B 3 sind in die Schnitte der Beilagen 2 und 3 eingezeichnet.

Demnach stehen unter der Deponiesohle folgende Schichten an:

- Verwitterungszone der Hangenden Bankkalke,
Beschreibung im Schichtenverzeichnis des Bohrmeisters: Lehm, Kalkstein
- Hangende Bankkalke des Weißen Jura $\xi 3$ (in [K2] bezeichnet als „ti 1“).
Erläuterung in der geologischen Karte [K2]:
„Kalkstein, hellgrau, deutlich gebankt, mit dünnen Mergelzwischenlagen..“
Beschreibung im Schichtenverzeichnis des Bohrmeisters: Kalkstein, Lehm
- Obere Zementmergel im Weißjura $\xi 2$ (in [K2] bezeichnet als „ki5“).
Erläuterung in der geologischen Karte [K2]:
„Mergelstein, blaugrau bis graugelb, z.T. blättrig verwitternd, auch Kalkstein, grau, hart, scherbzig verwitternd, ..“
Beschreibung im Schichtenverzeichnis des Bohrmeisters:
Kalkstein, Lehm und Kalkstein, trocken, hart.

Am Nordhang werden in der Hangschuttzone Bodenverhältnisse vermutet, wie sie in der Bohrung B 2 angetroffen wurden:

- Unter dem Hangschutt mit Mutterbodenauflage folgt am Übergang zum Festgestein noch eine weiche Hanglehmauflage (in B2: 0,8 m mächtig).
- Darunter folgen die oben beschriebenen Festgesteine.

Bei der Ortsbegehung am 22.01.2016 wurde festgestellt, daß auf der Nordseite der Hang, talseitig der bestehenden Auffüllungen, mit Bäumen und Bäumchen teilweise bestanden ist, welche Säbelwuchs aufweisen – wenn auch in geringer Ausbildung – (siehe Bild 2).

Bild 2 zeigt auf dem Nordhang, unterhalb der Bauschottdéponie, Bäume mit Säbelwuchs.



Bei den Geländebruchberechnungen wird im numerischen Modell des Baugrundes angenommen, daß im Hangbereich auf dem Festgestein durchweg eine weiche Lehmschicht auflagert (dem Profil der Bohrung B2 vergleichbar).

2.4 Hydrologische Situation

Die hydrologische Situation im Bereich der Auffüllungen wird durch das Sickerwasser aus Niederschlägen bestimmt.

Aus der Anlage „Technische Planung“ im Erläuterungsbericht zum Antrag auf Planfeststellung wird zitiert ([U1], Abschnitt 3.1), Sickerwasser):

„Das Sickerwasser aus dem Bauschuttbereich (basisabdichtete Fläche) wird an der Basis über die Entwässerungsschicht gefasst und den Sickerwasserdränageleitungen zugeführt. Diese münden am Tiefpunkt des Deponieabschnittes in Kontrollschächte, die in das unterirdische Sickerwasserpufferbecken führen.“

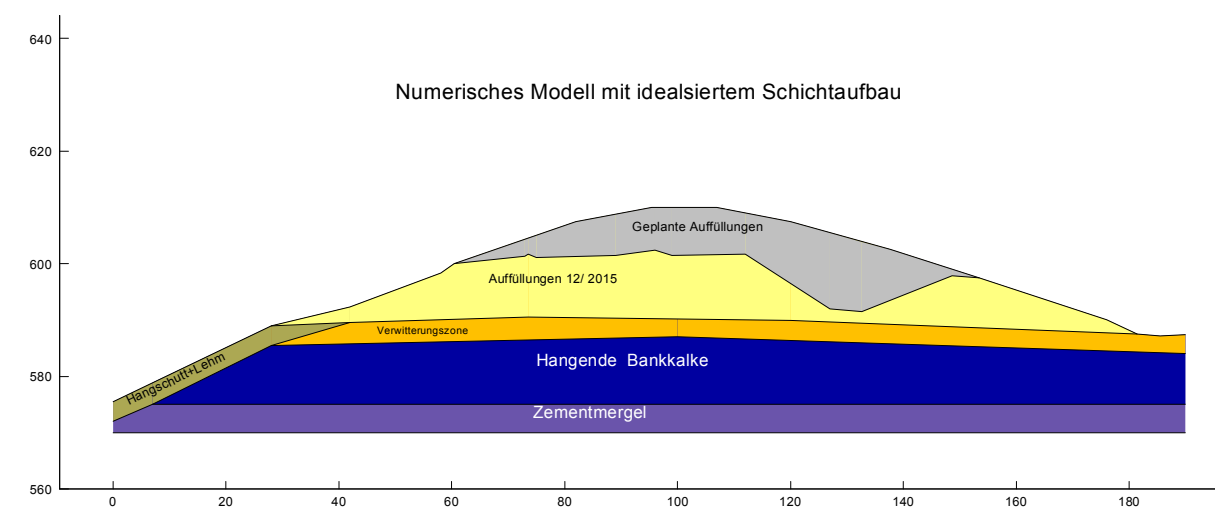
Aufgrund dieser entwässerungstechnischen Maßnahme ist es nicht erforderlich, bei den Geländebruchberechnungen eine Sickerwasserströmung im Bauschutt-Deponiekörper vorzugeben. Bereiche mit vorübergehender Wassersättigung werden durch die Wahl einer zutreffenden Wichte des Boden-/Deponiekörpers in den Berechnungen berücksichtigt. Dasselbe gilt auch für den Bereich der Auffüllungen mit Bodenaushub.

3. Numerisches Baugrundmodell

3.1 Idealisierter Schichtaufbau

Die in Abschnitt 2 erläuterten Informationen über den Aufbau der Deponie, den natürlichen Baugrund und die hydrologischen Bedingungen wurden in einem Modell für die numerischen Berechnungen verarbeitet (Abb. 3).

Abb. 3:



3.2 Kennwerte für die GeländebruchberechnungenTabelle 1:Parameter für
Gleitflächen

im

Deponie-Körper
Auffüllung aus

Bauschutt

Bodenaushub

Baugrund

Hangschutt

Hanglehm

Hangende Bankkalke
Verwitterungszone

Hangende Bankkalke

Mergelstein
(Obere
Zementmergel)

Bodenkenngößen – Erfahrungswerte – Deponie-Körper mit einem Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 92\%$					
Bodenart	Einbau	Zustand	Reibungs- winkel	Kohäsion	Wichte
Kurz- zeichen DIN 18196			φ'_k	c'_k kN/m ²	γ_k kN/m ³
X + GT schwach bindig	nach 2015	locker (weich)	30°	0	15
	vor 2015	locker	30°	2,5	19
Schluff + Ton sandig-kiesig	nach 2015	weich	22,5°	0	16
	vor 2015	weich- steif	22,5°	2,5	17
GOK -2,7 m Kalkstein +Lehm TL			27,5°	5,0	20
unter GOK von -2,7 m bis -3,5 m Lehm TL		weich	27,5°	0	19
GOK bis -3,5 m Kst+Lehm			32,5	0	21
tiefer als -3,5 m: Kalkstein, tonig, mergelig			35°	10	22
tiefer als NN+575 m: Mergelstein scherbig			30°	10	22

4. Geländebruchberechnungen nach DIN 4084

4.1 Zum Teilsicherheitskonzept

GEO-3: Grenzzustand des Versagens durch Verlust der Gesamtstandsicherheit

Bei den jetzt gültigen Sicherheitsnachweisen im Erd- und Grundbau [R2] mit Teilsicherheitsbeiwerten ist zwischen den Einwirkungen auf das Tragwerk (hier: Deponie) und den Widerständen der beanspruchten Bodenkörper zu unterscheiden.

Für den Standsicherheitsnachweis werden die Einwirkungen um einen Teilsicherheitsbeiwert erhöht und die Widerstände um einen Teilsicherheitsbeiwert verringert.

Der sog. Ausnutzungsgrad μ der Widerstände ist ein Maß für die Standsicherheit. Ein Wert von $\mu < 1,0$ bedeutet standsicher mit Reserven, ein Wert von $\mu = 1,0$ bedeutet standsicher, ein Wert von $\mu > 1,0$ bedeutet nicht standsicher.

Die Größe der Teilsicherheitsbeiwerte hängt u.a. von der Situation des Bauwerkes, hier der Deponie ab. Die Situation wird mit der sog. Bemessungssituation beschrieben.

Die Bemessungssituationen sind vereinfacht wie folgt definiert:

BS-P: ständig und regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen

BS-T: vorübergehende Einwirkungen, z.B. Bauzustände

BS-A: außergewöhnliche Einwirkungen

BS-E: Situation bei der Einwirkung von Erdbeben.

4.2 Einwirkungen

4.2.1 Ständige Einwirkungen aus Eigenlasten und Wasser

Zu den ständigen Einwirkungen gehören bei der Deponie vor allem die Eigenlasten des Deponiekörpers. Lasten aus Bauverkehr können demgegenüber vernachlässigt werden.

In den Berechnungen werden die Wasserdrücke jeweils aus angenommenen Sickerlinien im Deponiekörper ermittelt. Es werden für Wasserdrücke dieselben Teilsicherheitsbeiwerte wie für Eigenlasten nach DIN 1054, Tab. A 2.1, GEO-3, angesetzt,

für alle Bemessungssituationen

$$\gamma_G = 1,0.$$

Bei der Deponie „Roter Hau“ müssen keine Wasserdrücke angesetzt werden (vgl. Abschnitt 2.4)

4.2.2 Veränderliche Einwirkungen aus Erdbeben

Ungünstige veränderliche Einwirkungen treten auf bei Erdbeben. Außer einer Beschleunigung von Bruchkörpern können und dabei auch Porenwasserüberdrücke induziert werden..

(1) Horizontale Massenkraft auf die Bruchkörper

Die Erdbebeneinwirkung wird demzufolge als auf die Bruchkörper der Geländebruchberechnungen einwirkende horizontale Massenkraft berechnet als

horizontale Erdbebenkraft, angreifend im Massenschwerpunkt der Gleitkörper =

$$m \times a_g \times \gamma_1$$

mit

m Masse des Erdkörpers

a_g maximale horizontale Bodenbeschleunigung

γ_1 Bedeutungsbeiwert nach DIN 4149, Tab. 3.

Für die Deponie „Roter Hau“ gilt nach [U3] Erdbebenzone 1, Untergrundklasse R.

Gemäß DIN 4149, Tab. 2 ,beträgt dann die maximale horizontale Bodenbeschleunigung

$$a_g = 0,4 \text{ m/s}^2.$$

Der Bedeutungsbeiwert γ_1 beträgt für die Bedeutungskategorie I

$$\gamma_1 = 0,8.$$

Zur Bedeutungskategorie I gehören: Bauwerke geringer Bedeutung.

Dementsprechend ergibt sich für die auf die Bruchkörper einwirkende horizontale Massenkraft bei Bedeutungskategorie I:

$$m \times 0,8 \times 0,4 \text{ m/s}^2 = m \times 0,32 \text{ m/s}^2.$$

Für die Erdbebeneinwirkung gilt die Bemessungssituation BS-E mit dem Teilsicherheitsbeiwert

$$\gamma_{Qs} = 1,0.$$

(2) Bodenverflüssigung

Neben der Untersuchung der Geländebruchsicherheit mit der Massenkraft aus der Bodenbeschleunigung ist im Lastfall Erdbeben zu überprüfen, ob für den Deponiekörper die Gefahr einer Bodenverflüssigung besteht.

Erschütterungen infolge Erdbeben können bei bestimmten Bodengruppen zu einem kurzzeitigen Anstieg des Porenwasserdrucks im Deponiekörper führen, so daß die Bodenpartikel im Porenwasser „schwimmen“. Grundsätzlich sind enggestufte, gemischtkörnige Sande und Grobschluffe bzw. vergleichbare Deponie-Materialien gefährdet. Nach den vorliegenden Angaben zur Deponie sind keine Stoffe eingelagert, welche zur Bodenverflüssigung neigen.

4.3 Widerstände

Widerstände wirken der Beanspruchung des Deponiekörpers bzw. des Baugrundes, also den Einwirkungen, entgegen. Die Bemessungswiderstände werden hier maßgeblich von den Kennwerten der Scherfestigkeit in den Gleitflächen bestimmt. Die Bemessungswerte der Scherfestigkeit ergeben sich aus den charakteristischen Bodenkennwerten, welche durch Teilsicherheitsbeiwerte für die berechnete Bemessungssituation vermindert werden.

Der ungünstigste Bruchmechanismus bzw. die ungünstigste Gleitfläche ist durch Probieren aufzusuchen, und zwar für jede Bemessungssituation (hier: BS-T und BS-E).

Bei der Deponie „Roter Hau“ wurde im Bereich der Bauschutt-Ablagerung ein zusammengesetzter Bruchmechanismus als ungünstigster gefunden, mit der sog. Starrkörpermethode (siehe Beilagen 4 und 5 mit den Abbildungen 4 und 5).

Im Bereich der Ablagerungen des Bodenaushubes ergaben Bruchmechanismen mit Kreisgleitflächen den größten Ausnutzungsgrad (siehe Beilage 6, Abb. 6).

Für die Bemessungssituation BS-T betragen die Teilsicherheitsbeiwerte $\gamma_\phi = 1,15$; $\gamma_c = 1,15$ und für die Bemessungssituation BS-E „Erdbeben“ : $\gamma_\phi = 1,0$; $\gamma_c = 1,0$.

4.4 Ergebnisse

In den Geländebruchberechnungen wird von der geplanten Geländeoberfläche, der "Überhöhung 2011", ausgegangen [U 2]. Diese Deponiegestalt ist für die Standsicherheitsbeurteilung maßgebend. Sie schließt die niedrige Deponiehöhe „12/2015“ mit ein. Der Zustand des Deponiekörpers „Auffüllung 12/2015“ wird im numerischen Modell durch unterschiedliche Scherfestigkeitseigenschaften berücksichtigt (siehe Abb. 4 f. in Beilage 4 f.). Die Ergebnisse der Geländebruchberechnungen sind in nachfolgender Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen – GEO 3 -

Ausnutzungsgrade μ (DIN 4084)				
Bemessungszustand	Bauschutt-Auffüllungen		Bodenaushub-Auffüllungen	
	nördlicher Deponiekörper siehe Beilage		südlicher Deponiekörper siehe Beilage	
BS-T	0,68	4	0,76	6
BS-E	0,65	5	0,72	

5. **Diskussion der Ergebnisse und abschließende Beurteilung**

Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, daß die Geländebruchsicherheit durchweg gegeben ist. Der Ausnutzungsgrad μ ist bei allen Berechnungen kleiner 1,0 ($\mu < 1,0$).

Dies trifft sowohl für die nach Norden orientierte Böschung unterhalb der Auffüllung mit Bauschutt zu als auch für die südliche Böschung unterhalb der Auffüllung mit Bodenaushub. Dabei wird davon ausgegangen, daß die Auffüllungen wie seither lagenweise eingebaut werden.

Die Böschungen bei der geplanten Überhöhung der Deponie sind auch bei der Bemessungssituation Erdbeben (BS-E) standsicher.

Bei der Geländebegehung am 22.01.2016 war zu beobachten, daß Bäume auf der fertigen Deponieböschung wie auch auf dem natürlichen Hanggelände teilweise schräge Wuchsformen zeigen. Diese sind auf Kriechverformungen der Deckschichten zurück zu führen, welche jedoch nicht die Standsicherheit der gesamten Böschungen infrage stellen.

Aufgestellt:

Stuttgart, den 12. März 2016



Prof. Dipl.-Ing. Wolfgang Ast

Beilagen:

- 1 Lageplan –Ausschnitt - Verkleinerung
mit Angabe des Berechnungsprofils (Schnitt 1)
- 2 Schnitt 1 (Berechnungsprofil) - Verkleinerung
- 3 Detailschnitt (Berechnungsprofil) - Verkleinerung
- 4 Protokoll der Geländebruchberechnungen - nördlicher Deponiekörper, BS-T
- 5 Protokoll der Geländebruchberechnungen - nördlicher Deponiekörper, BS-E
- 6 Protokoll der Geländebruchberechnungen - südlicher Deponiekörper, BS-T

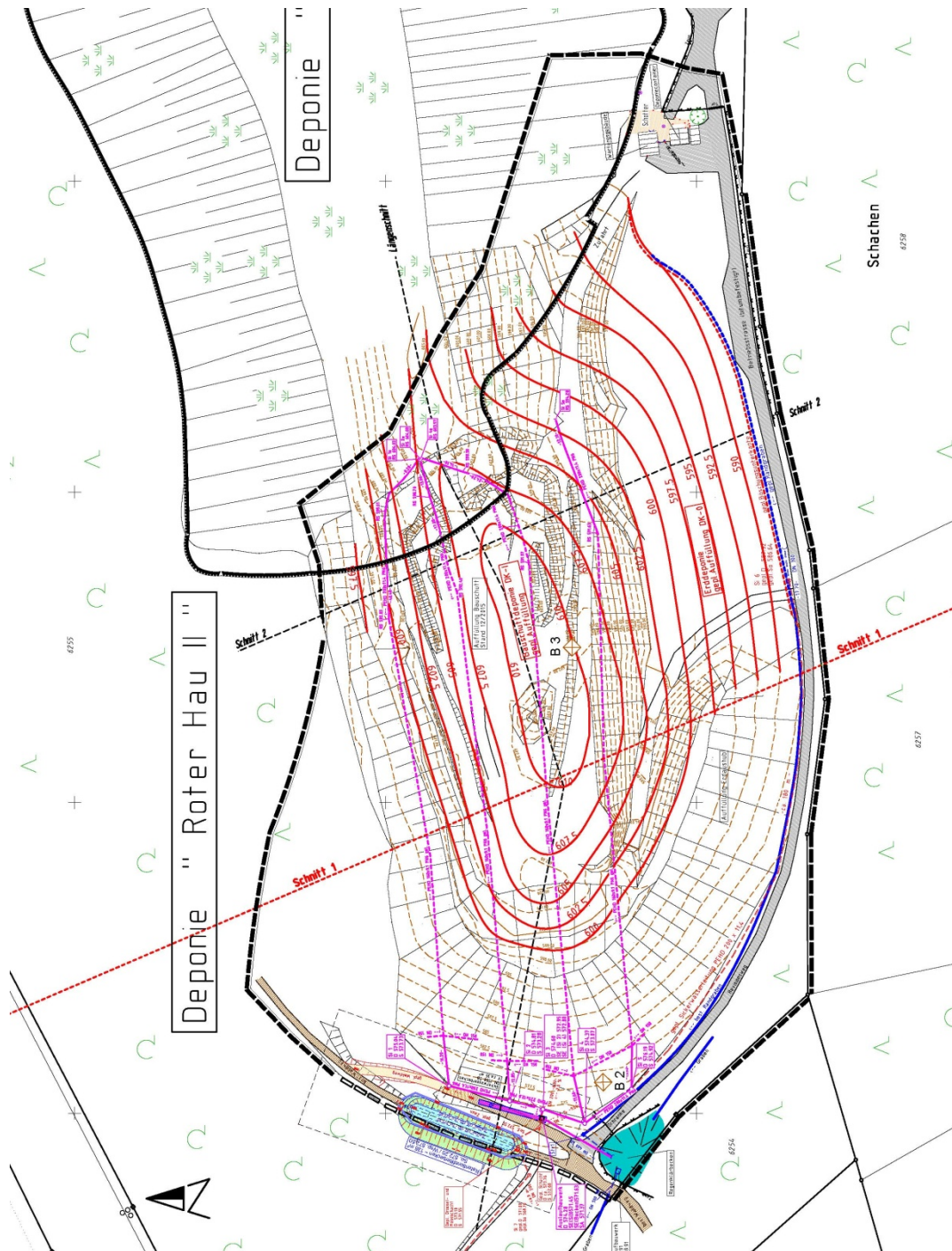
Anlagen :

Planunterlagen des IB Mauthe Ingenieure, Balingen - Ostdorf,
Deponie „Roter Hau“, Standsicherheitsberechnung vom 24.02.2016
(Pläne der Beilagen 1, 2 und 3 in Originalgröße):

- Lageplan, M 1 : 1000
- Schnitt 1, M 1 : 500/ 500
- Detail, M 1 : 250/ 250

LAGEPLAN - Ausschnitt

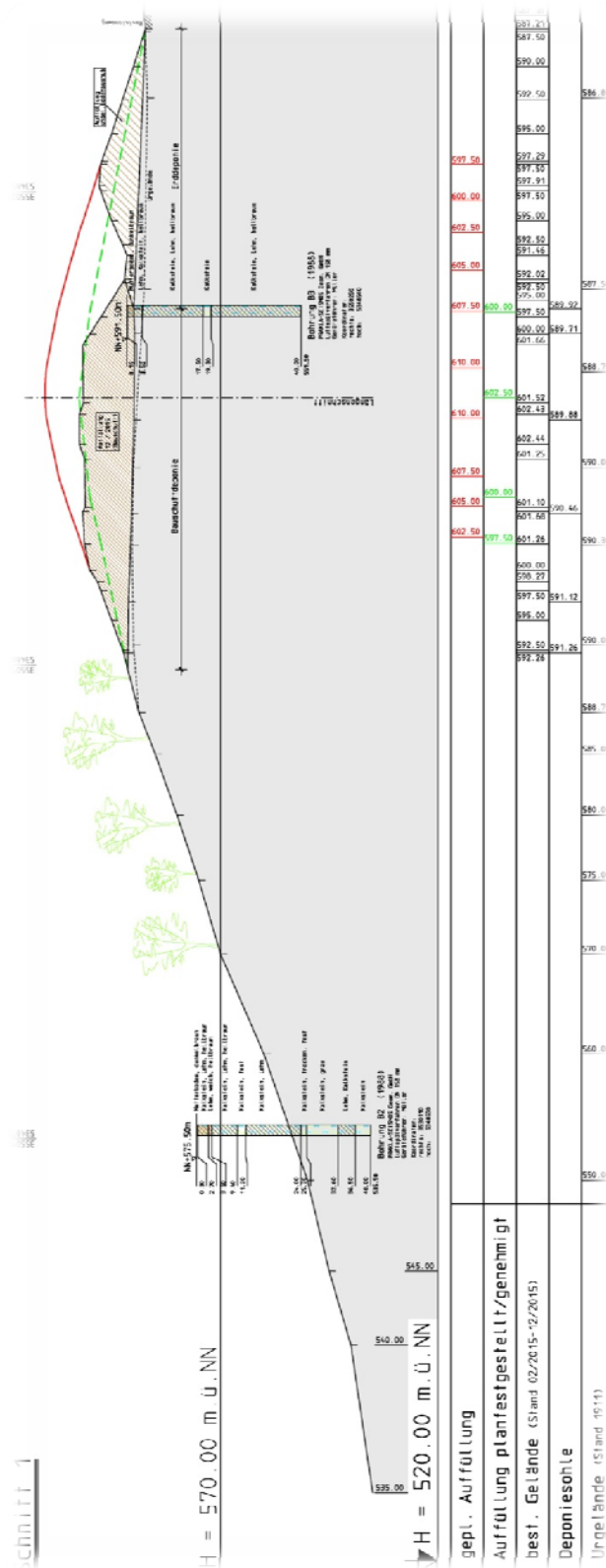
-verkleinert – (Plan in Originalgröße in der Anlage)



- GEOTECHNISCHER BERICHT -

Schnitt 1 = Berechnungsschnitt

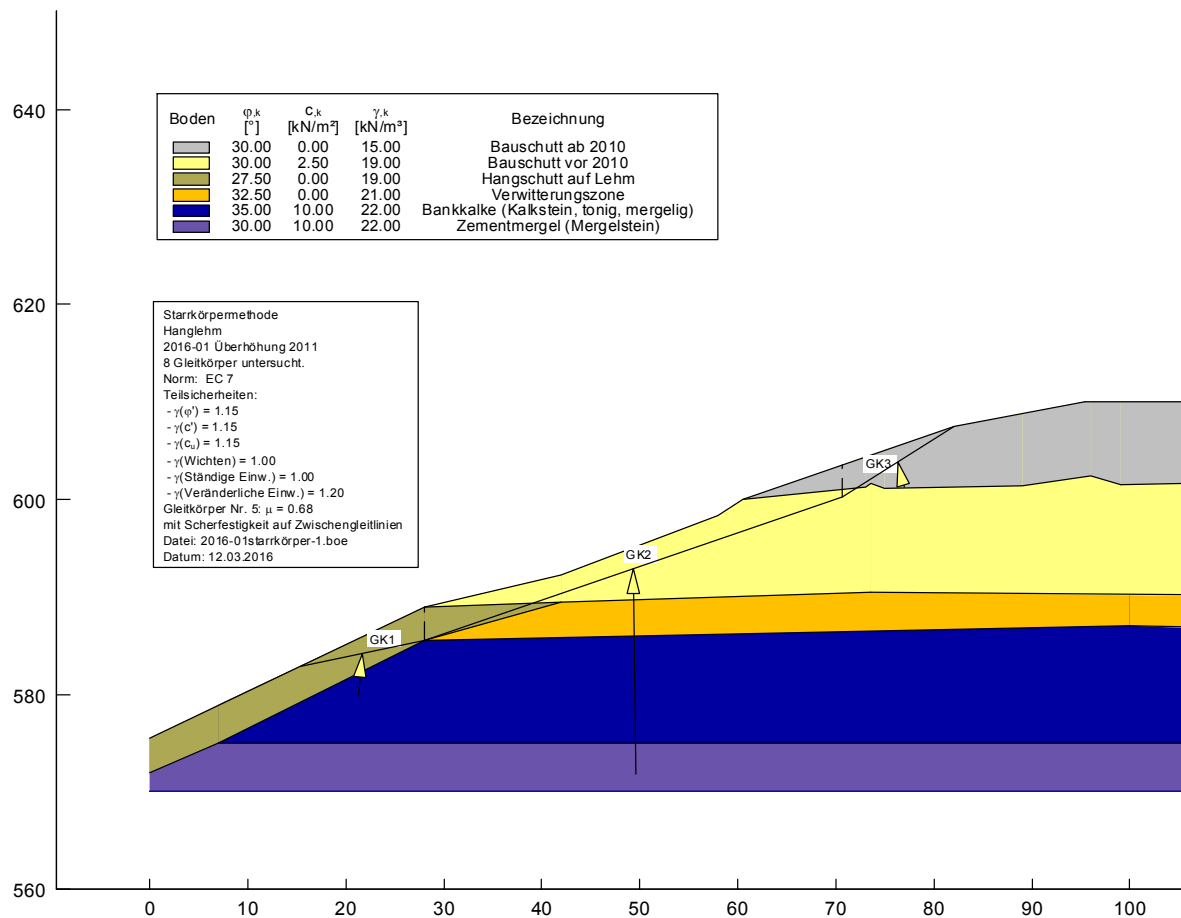
-verkleinert - (Plan in Originalgröße in der Anlage)



[illegible]

PROTOKOLL DER GELÄNDEBRUCHBERECHNUNGEN- NÖRDLICHER DEPONIEKÖRPER
BS-T

Abb: 4:



Böschungsberechnung nach EC 7
mit Starrkörperbruchmechanismen

Starrkörpermethode
Hanglehm
Datei: 2016-01starrkörper-1.boe

Datum: 12.03.2016

Parameterliste
phi [°] = Reibungswinkel
c [kN/m²] = Kohäsion
gamma [kN/m³] = Wichte
mu [-] = Ausnutzungsgrad
dTh [kN/mm] = erforderliche horizontale Zusatzkraft, um für "eta bzw mu = 1.0" das Krafteck zu schliessen

Teilsicherheiten: (GEO-3)
- gam(phi) = 1.15
- gam(c') = 1.15
- gam(cu) = 1.15
- gam(Wichten) = 1.00
- gam(Ständige Einw.) = 1.00
- gam(Veränderliche Einw.) = 1.20

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	0.000	575.500
2	28.000	589.000
3	42.000	592.300
4	58.000	598.300
5	60.500	600.000
6	82.000	607.500
7	95.400	610.000
8	107.000	610.000
9	120.000	607.500
10	137.700	602.500
11	153.500	597.500
12	176.000	590.000
13	181.500	587.500
14	185.500	587.200
15	190.000	587.400

Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien berücksichtigt.

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	phi,k	c,k	gamma,k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	30.00	0.00	15.00	Bauschutt ab 2010
2	30.00	2.50	19.00	Bauschutt vor 2010
3	27.50	0.00	19.00	Hangschutt auf Lehm
4	32.50	0.00	21.00	Verwitterungszone
5	35.00	10.00	22.00	Bankkalke (Kalkstein, tonig, mergelig)
6	30.00	10.00	22.00	Zementmergel (Mergelstein)

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	phi,d	c,d	gamma,d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	26.66	0.00	15.00	Bauschutt ab 2010
2	26.66	2.17	19.00	Bauschutt vor 2010
3	24.35	0.00	19.00	Hangschutt auf Lehm
4	28.99	0.00	21.00	Verwitterungszone
5	31.34	8.70	22.00	Bankkalke (Kalkstein, tonig, mergelig)
6	26.66	8.70	22.00	Zementmergel (Mergelstein)

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	60.500	600.000	73.000	601.300	1
2	73.000	601.300	73.500	601.700	1
3	73.500	601.700	75.000	601.100	1
4	75.000	601.100	89.000	601.400	1
5	89.000	601.400	96.000	602.400	1
6	96.000	602.400	99.000	601.500	1
7	99.000	601.500	112.000	601.700	1
8	112.000	601.700	127.000	592.000	1
9	127.000	592.000	132.700	591.500	1
10	132.700	591.500	148.700	597.900	1
11	148.700	597.900	153.500	597.500	1
12	28.000	589.000	42.000	589.500	2
13	42.000	589.500	73.500	590.500	2
14	73.500	590.500	120.000	589.900	2
15	120.000	589.900	181.500	587.500	2
16	0.000	572.000	7.000	575.000	3
17	7.000	575.000	28.000	585.500	3
18	28.000	585.500	42.000	589.500	3
19	28.000	585.500	100.000	587.000	4
20	100.000	587.000	190.000	584.000	4
21	7.000	575.000	190.000	575.000	5
22	0.000	570.000	190.000	570.000	6

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	0.000	570.000
2	190.000	570.000

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

gamma Wasser [kN/m³] = 10.000

Ergebnisse

Ungünstigster Gleitkörper Nr. 5

$\mu = 0.680$

dTh($\mu = 1.0$) = 379.503

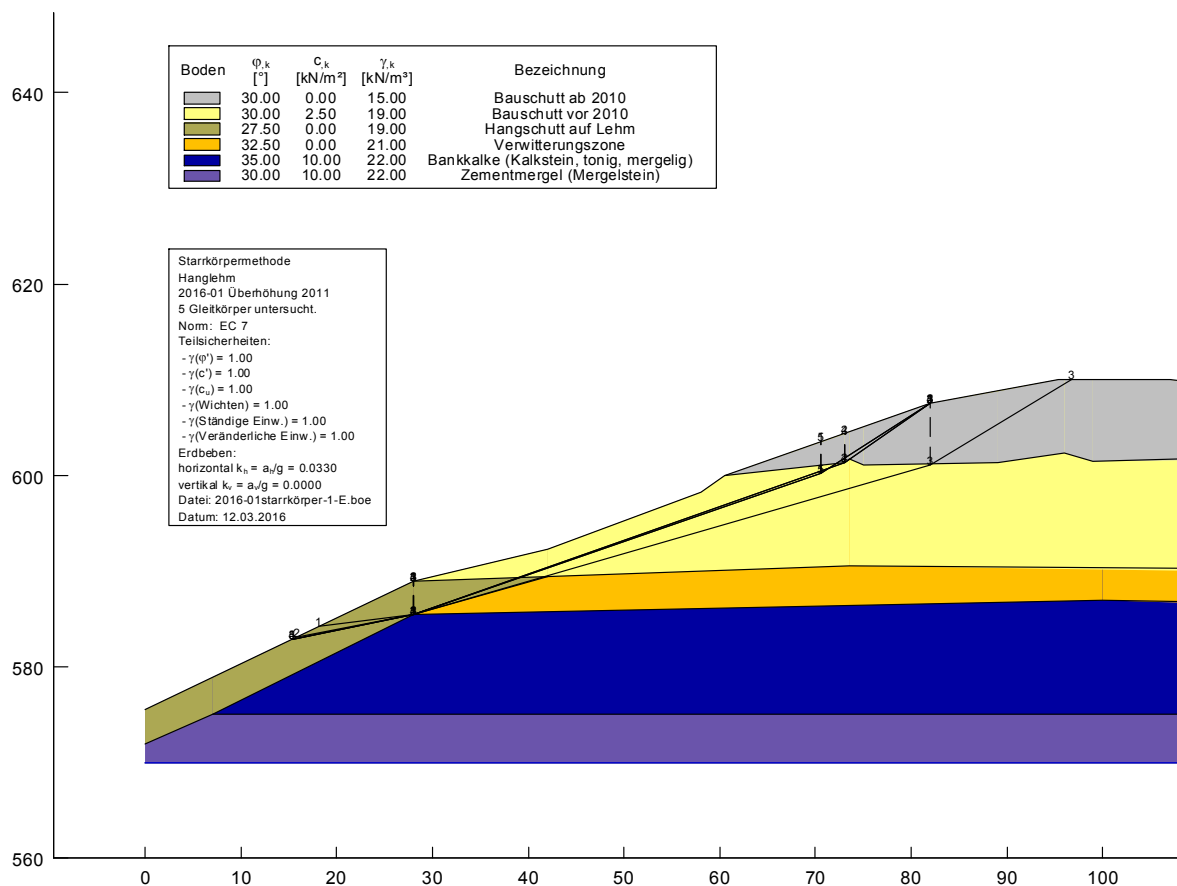
Koordinaten

x	y	xzw	yzw
[m]	[m]	[m]	[m]
15.337	582.895		
28.000	585.500	28.000	589.000
70.594	600.210	70.595	603.521
82.000	607.500		

- GEOTECHNISCHER BERICHT -

PROTOKOLL DER GELÄNDEBRUCHBERECHNUNGEN- NÖRDLICHER DEPONIEKÖRPER,
BS-E

Abb. 5



Böschungsberechnung nach EC 7
mit Starrkörperbruchmechanismen

Starrkörpermethode
Hanglehm
Datei: 2016-01starrkörper-1-E.boe

Datum: 12.03.2016

Parameterliste
phi [°] = Reibungswinkel
c [kN/m²] = Kohäsion
gamma [kN/m³] = Wichte
μ [-] = Ausnutzungsgrad
dTh [kN/mm] = erforderliche horizontale Zusatzkraft, um für "eta bzw μ = 1.0" das Krafteck zu schliessen

Teilsicherheiten: (GEO-3)
- gam(phi) = 1.00
- gam(c') = 1.00
- gam(cu) = 1.00
- gam(Wichten) = 1.00
- gam(Ständige Einw.) = 1.00
- gam(Veränderliche Einw.) = 1.00

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	0.000	575.500
2	28.000	589.000
3	42.000	592.300
4	58.000	598.300
5	60.500	600.000
6	82.000	607.500
7	95.400	610.000
8	107.000	610.000
9	120.000	607.500
10	137.700	602.500
11	153.500	597.500
12	176.000	590.000
13	181.500	587.500
14	185.500	587.200
15	190.000	587.400

Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien berücksichtigt.

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	phi,k	c,k	gamma,k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	30.00	0.00	15.00	Bauschutt ab 2010
2	30.00	2.50	19.00	Bauschutt vor 2010
3	27.50	0.00	19.00	Hangschutt auf Lehm
4	32.50	0.00	21.00	Verwitterungszone
5	35.00	10.00	22.00	Bankkalke (Kalkstein, tonig, mergelig)
6	30.00	10.00	22.00	Zementmergel (Mergelstein)

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	phi,d	c,d	gamma,d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	30.00	0.00	15.00	Bauschutt ab 2010
2	30.00	2.50	19.00	Bauschutt vor 2010
3	27.50	0.00	19.00	Hangschutt auf Lehm
4	32.50	0.00	21.00	Verwitterungszone
5	35.00	10.00	22.00	Bankkalke (Kalkstein, tonig, mergelig)
6	30.00	10.00	22.00	Zementmergel (Mergelstein)

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	60.500	600.000	73.000	601.300	1
2	73.000	601.300	73.500	601.700	1
3	73.500	601.700	75.000	601.100	1
4	75.000	601.100	89.000	601.400	1
5	89.000	601.400	96.000	602.400	1
6	96.000	602.400	99.000	601.500	1
7	99.000	601.500	112.000	601.700	1
8	112.000	601.700	127.000	592.000	1
9	127.000	592.000	132.700	591.500	1
10	132.700	591.500	148.700	597.900	1
11	148.700	597.900	153.500	597.500	1
12	28.000	589.000	42.000	589.500	2
13	42.000	589.500	73.500	590.500	2
14	73.500	590.500	120.000	589.900	2
15	120.000	589.900	181.500	587.500	2
16	0.000	572.000	7.000	575.000	3
17	7.000	575.000	28.000	585.500	3
18	28.000	585.500	42.000	589.500	3
19	28.000	585.500	100.000	587.000	4
20	100.000	587.000	190.000	584.000	4
21	7.000	575.000	190.000	575.000	5
22	0.000	570.000	190.000	570.000	6

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y
[m]	[m]	[m]
1	0.000	570.000
2	190.000	570.000

Erdbeben

horizontal $k_h = a_h/g = 0.0330$

vertikal $k_v = a_v/g = 0.0000$

(a_h = horizontale Erdbebenbeschleunigung in m/s^2)

(a_v = vertikale Erdbebenbeschleunigung in m/s^2)

(g = Erdschwerebeschleunigung = $9,81 m/s^2$)

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

γ_{Wasser} [kN/m³] = 10.000

Ergebnisse

Ungünstigster Gleitkörper Nr. 5

$\mu = 0.654$

$dTh(\mu = 1.0) = 452.822$

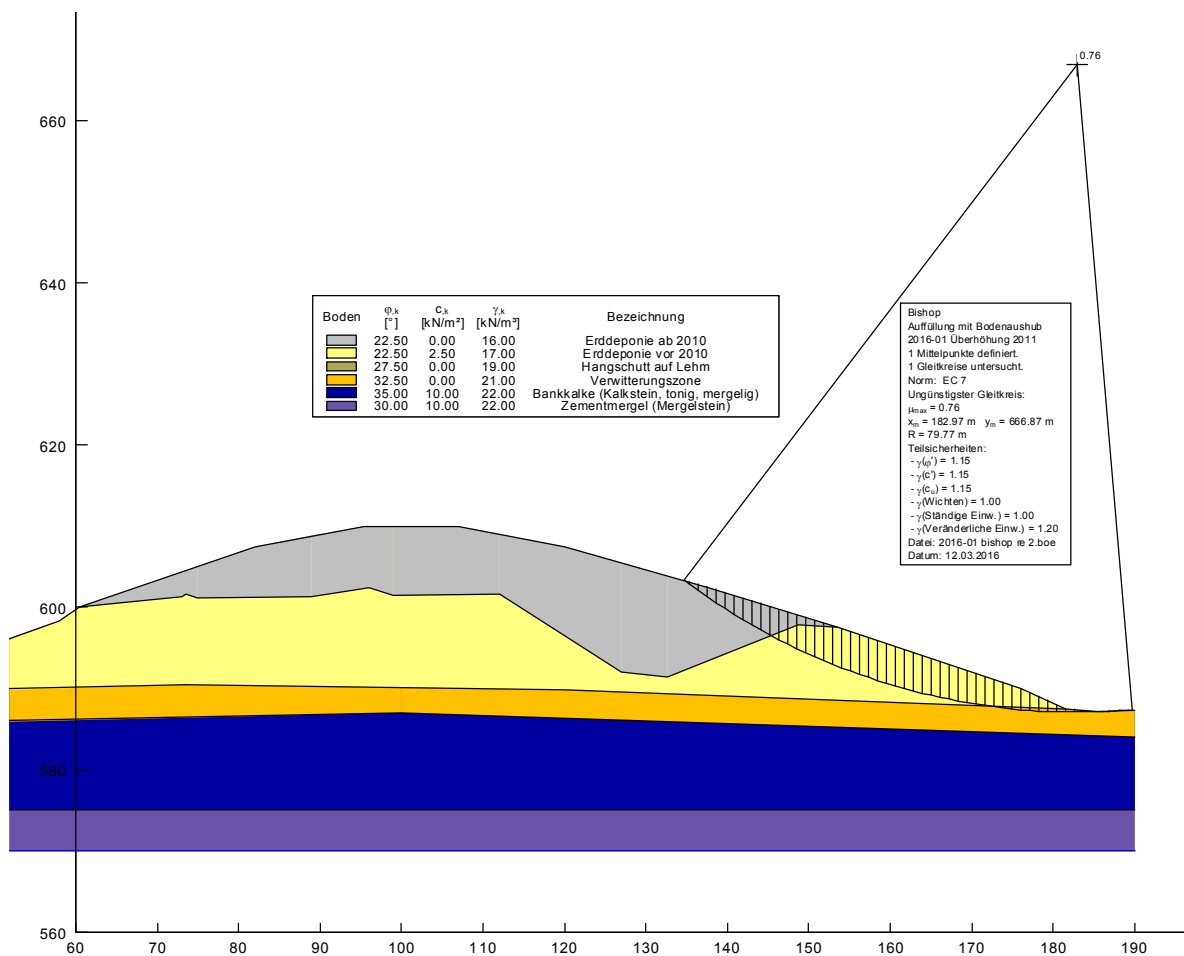
Koordinaten

x	y	xzw	yzw
[m]	[m]	[m]	[m]
15.337	582.895		
28.000	585.500	28.000	589.000
70.594	600.210	70.595	603.521
82.000	607.500		

- GEOTECHNISCHER BERICHT -

PROTOKOLL DER GELÄNDEBRUCHBERECHNUNGEN- SÜDLICHER DEPONIEKÖRPER,
BS-T

Abb. 6



Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

Bishop
Auffüllung mit Bodenaushub
Datei: 2016-01 bishop re 2.boe

Datum: 12.03.2016

Parameterliste
phi [°] = Reibungswinkel
c [kN/m²] = Kohäsion
gamma [kN/m³] = Wichte
μ [-] = Ausnutzungsgrad
xm,ym [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)
- gam(phi) = 1.15
- gam(c') = 1.15
- gam(cu) = 1.15
- gam(Wichten) = 1.00
- gam(Ständige Einw.) = 1.00
- gam(Veränderliche Einw.) = 1.20

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	0.000	575.500
2	28.000	589.000
3	42.000	592.300
4	58.000	598.300
5	60.500	600.000
6	82.000	607.500
7	95.400	610.000
8	107.000	610.000
9	120.000	607.500
10	137.700	602.500
11	153.500	597.500
12	176.000	590.000
13	181.500	587.500
14	185.500	587.200
15	190.000	587.400

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	phi,k	c,k	gamma,k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	22.50	0.00	16.00	Erddeponie ab 2010
2	22.50	2.50	17.00	Erddeponie vor 2010
3	27.50	0.00	19.00	Hangschutt auf Lehm
4	32.50	0.00	21.00	Verwitterungszone
5	35.00	10.00	22.00	Bankkalke (Kalkstein, tonig, mergelig)
6	30.00	10.00	22.00	Zementmergel (Mergelstein)

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	phi,d	c,d	gamma,d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	19.81	0.00	16.00	Erddeponie ab 2010
2	19.81	2.17	17.00	Erddeponie vor 2010
3	24.35	0.00	19.00	Hangschutt auf Lehm
4	28.99	0.00	21.00	Verwitterungszone
5	31.34	8.70	22.00	Bankkalke (Kalkstein, tonig, mergelig)
6	26.66	8.70	22.00	Zementmergel (Mergelstein)

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	60.500	600.000	73.000	601.300	1
2	73.000	601.300	73.500	601.700	1
3	73.500	601.700	75.000	601.100	1
4	75.000	601.100	89.000	601.400	1
5	89.000	601.400	96.000	602.400	1
6	96.000	602.400	99.000	601.500	1
7	99.000	601.500	112.000	601.700	1
8	112.000	601.700	127.000	592.000	1
9	127.000	592.000	132.700	591.500	1
10	132.700	591.500	148.700	597.900	1
11	148.700	597.900	153.500	597.500	1
12	28.000	589.000	42.000	589.500	2
13	42.000	589.500	73.500	590.500	2
14	73.500	590.500	120.000	589.900	2
15	120.000	589.900	181.500	587.500	2
16	0.000	572.000	7.000	575.000	3
17	7.000	575.000	28.000	585.500	3
18	28.000	585.500	42.000	589.500	3
19	28.000	585.500	100.000	587.000	4
20	100.000	587.000	190.000	584.000	4
21	7.000	575.000	190.000	575.000	5
22	0.000	570.000	190.000	570.000	6

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	0.000	570.000
2	190.000	570.000

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

gamma Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Berechnung mit Berücksichtigung des aktiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Horizontale Tangenten

x / y (Anfang): 47.7476 587.1016

x / y (Ende): 194.3374 583.6408

Anzahl Radian = 40

Ungünstigster Gleitkreis

Kreis	xm	ym	Radius	Lamellen	μ
	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]
1	182.9660	666.8690	79.7674	50	0.7563
Zähler = 65339.776 Nenner = 86394.931					