

PROF. AST
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK UND
PROJEKTSTEUERUNG mbH

GLUCKSTRASSE 6
70195 STUTTGART - BOTNANG

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

**Landratsamt Alb-Donau-Kreis
Abfallwirtschaftsamt
Schillerstraße 30**

89077 Ulm

Ihr Zeichen/Ihre Nachricht vom
15.2/722.121 vom 23.02./23.04.2018

Unser Zeichen
2018-02-Bericht.docx

Datum
25.04.2018

DEPONIE "UNTER KALTENBUCH" IN LAICHINGEN-SUPPINGEN

Standssicherheitsberechnungen

auf der Basis geotechnischer Feststellungen und Angaben

zum
Planfeststellungsantrag

Umwidmung DK 0 Bereiche in DK I –Bereiche
einschließlich
Neumodellierung Deponieoberfläche

Inhaltsverzeichnis

- 1.0 Allgemeines
- 1.1 Anlaß und Umfang des Berichts
- 1.2 Unterlagen
- 1.3 Regelwerke, Empfehlungen, Literatur, Rechenprogramme

- 2. Bautechnische Beschreibung der Deponie
- 2.1 Schichten des Deponie-Untergrundes (Baugrund)
- 2.2 Materialien in dem bestehenden Deponiekörper und für die geplante Erweiterung
- 2.3 Abdichtungssystem und Entwässerungseinrichtungen, Systemelemente

- 3.0 Erläuterungen und Angaben zu den Berechnungen
- 3.1 System
 - 3.1.1 Begriff „Standicherheit“
 - 3.1.2 Gesamtstandicherheit des Deponiekörpers (Geländebruchsicherheit)
 - 3.1.3 Gleitsicherheit auf einer Schichtfuge der Basisabdichtung
 - 3.1.4 Gleitsicherheit der Rekultivierungsschicht (böschungsparalleles Gleiten)
 - 3.1.5 Spreizsicherheit der mineralischen Basisabdichtung
 - 3.1.6 Beständigkeit gegen Oberflächenerosion
- 3.2 Lastannahmen
 - 3.2.1 Einwirkungen und Widerstände („Lastannahmen“)
 - 3.2.2 Kennwerte für erdstatische Berechnungen
 - 3.2.3 Teilsicherheitsbeiwerte

- 4.0 Ergebnisse der erdstatischen Berechnungen und Beobachtungen
- 4.1 Allgemeines
- 4.2 Gesamtstandicherheit (Geländebruchsicherheit) und Gleitsicherheit auf einer Schichtfuge der Basisabdichtung
- 4.3 Spreizsicherheit der mineralischen Basisabdichtung
- 4.4 Gleitsicherheit der Rekultivierungsschicht (böschungsparalleles Gleiten)
Beständigkeit der Böschungsoberfläche gegen Erosion

- 5.0 Zusammenfassung

Anlagen

- 1 Erdstatische Berechnungen
- 2 Planunterlagen der AU Consult GmbH, Augsburg

Abbildungsverzeichnis:

- Abb. 1 Lageplan der Deponie mit Einzeichnung der berechneten Profil-Schnitte
(verkleinerter Ausschnitt aus dem Plan der AU Consult GmbH [U6])
- Abb. 2 Berechnete Profil-Schnitte
 2.1 Schnitt A
 2.2 Schnitt C
 2.3 Schnitt E2
- Abb. 3 Elemente des Abdichtungssystems (entnommen aus [U5.2])
 3.1 Oberflächenabdichtung
 3.2 Basisabdichtung
- Abb. 4 Gesamtstandsicherheit (Geländebruchsicherheit),
 Berechnung mit kreisförmigen Gleitlinien nach BISHOP
- Abb. 5 Gleitsicherheit auf einer Schichtfuge der Basisabdichtung,
 Berechnung mit zusammengesetzten Bruchkörpern („Starrkörpermethode“)
- Abb. 6 Gleitsicherheit der Rekultivierungsschicht (böschungsparalleles Gleiten),
 Berechnung mit dem Lamellenverfahren nach JANBU

Tabellenverzeichnis:

- Tab. 1 Bodenkenngößen
- Tab. 2 Abdichtungssystem und Kennwerte für erdstatistische Berechnungen
 2.1 Profil A: Oberflächensystem mit KDB, Basisabdichtung ohne KDB
 2.2 Profil A: Oberflächensystem und Basisabdichtung mit KDB
 2.3 Profil C + E2: Oberflächensystem und Basisabdichtung mit KDB
- Tab. 3 Teilsicherheitsbeiwerte
 3.1 für GEO-2
 3.2 für GEO-3
- Tab. 4 Berechnungsergebnisse der Gelände-Bruch-Berechnungen
 und Gleitsicherheiten
- Tab.5 Berechnungsergebnisse der Spreizsicherheit

1.0 Allgemeines

1.1 Anlaß und Umfang des Berichts

Die bestehende Erd- und Baustoff-Deponie soll neu modelliert werden. Dabei wird auch partiell das Abdichtungssystem für die seitherigen Deponieklasse DK 0 auf die Anforderungen für die Deponieklasse DK 1 umgestellt - als Voraussetzung für eine Umwidmung (s. Planfeststellungsantrag [U16]).

Der Unterzeichnete wurde mit der Standsicherheitsuntersuchung für die Umwidmung und Neumodellierung der Deponie beauftragt.

Der erforderliche Umfang der Stabilitätsuntersuchungen, sowie die Sicherheitsanforderungen sind in der Deponieverordnung –DepV [R1, im Anhang 5, Nummer 4, Ziffer 7 qualitativ formuliert:

„Der Deponiekörper muß in sich selber und in Bezug auf seine Umgebung in allen Verfüllzuständen standsicher sein. Hierzu hat der Deponiebetreiber einen Standsicherheitsnachweis zu führen.“

Die hierfür erforderlichen Berechnungen wurden für drei Profil-Schnitte, „A“ im Altbereich, „C“ im bestehenden DK-0 Bereich und „E2“ im neu geplanten, südlichen Deponie-Abschnitt, ausgeführt (siehe Abb. 1 und 2). Die Berechnungen werden in Abschnitt 3 erläutert und deren Ergebnisse im Abschnitt 4 mitgeteilt.

Abb. 1: Lageplan der Deponie mit Einzeichnung der berechneten Profil-Schnitte (verkleinerter Ausschnitt aus dem Plan der AU Consult GmbH [U6])

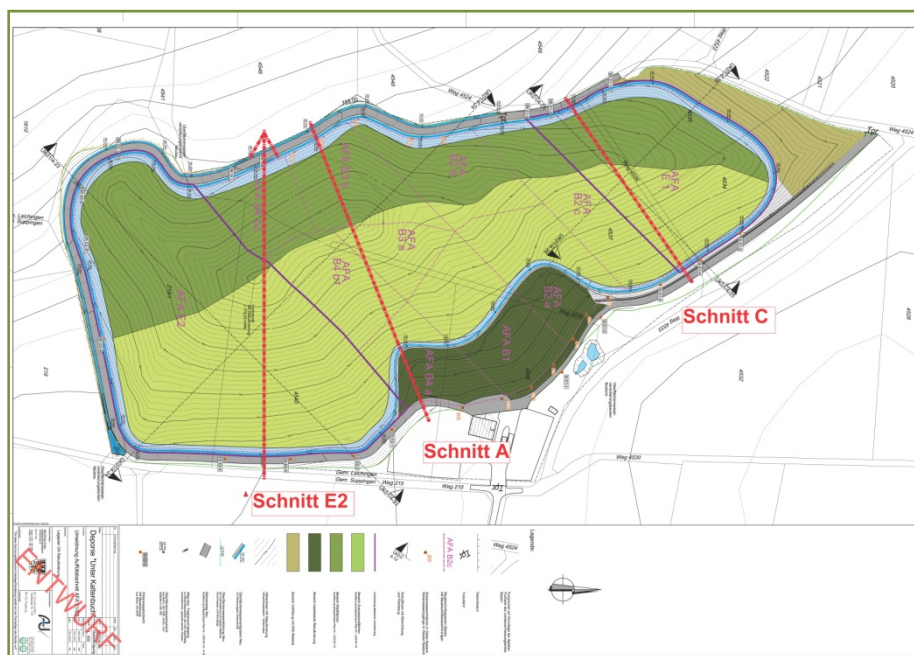


Abb. 2: Berechnete Profil-Schnitte

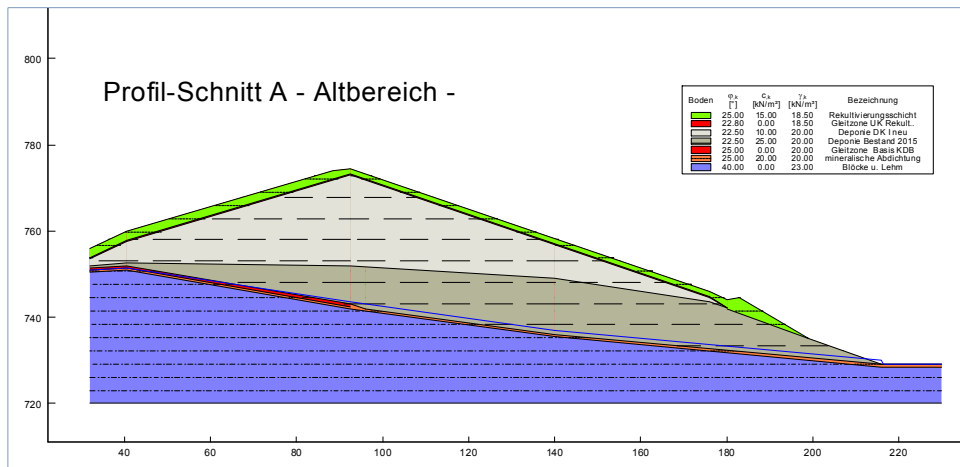


Abb. 2.1

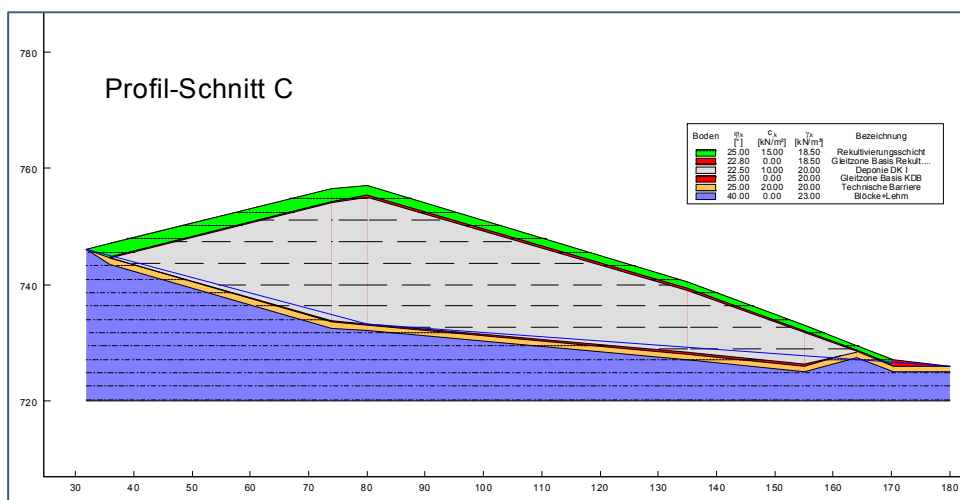


Abb. 2.2

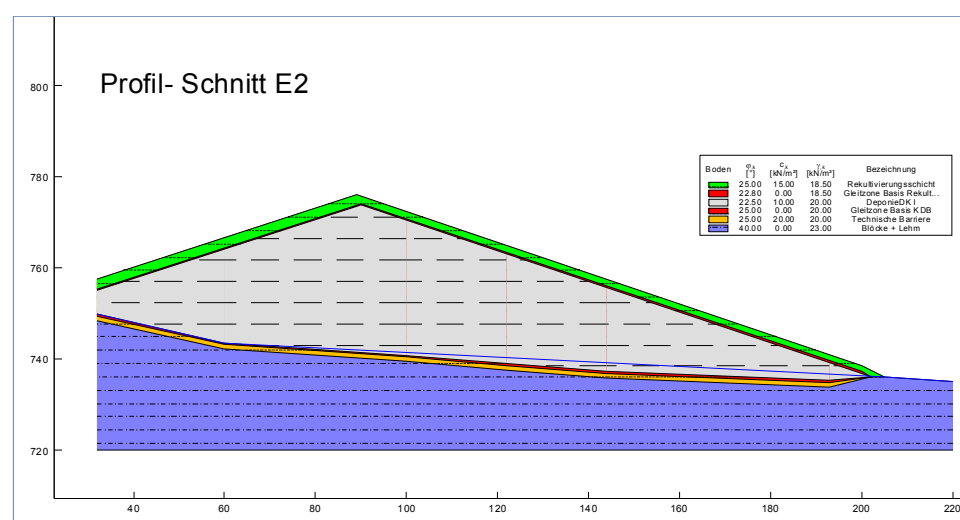


Abb. 2.3

1.2 Unterlagen

Für die Ausarbeitung des Berichtes wurden folgende Unterlagen verwendet:

- (A) Alb-Donau-Kreis, Abfallwirtschaftsamt, 89077 Ulm,
zur Verfügung gestellte Unterlagen:
- [U1] Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg:
Hydrogeologisches Gutachten zur Anlage einer Inertstoffdeponie für den Raum
Laichingen auf Gemarkung Suppingen, Alb-Donau-Kreis, TK 25, Bl. 7524 Blau-
beuren; Az.: Nr, 4761-33/ 88 UL vom 23.01.1989
- [U2] Ing Büro Mauthe Ingenieure, 7460 Balingen-Ostdorf, Projekt Erd u. Bauschuttdeponie
„Unter Kaltenbuch“ Laichingen, Erläuterungsbericht mit Vorerkundung – Baugrund –
Kennzeichnende Schürfgruben, aufgestellt: 11.12.89,
Lageplan und Profile der Schürfgruben vom 23.01.1990
- [U3] Zwei Fotografische Aufnahmen vom Freimachen des Baufeldes vom 08.06.2010
- [U4] Zwei Luftbilder von der Deponie aus dem Jahre 2010 (Nr. DSC_3251.JPG)
- (B) AU Consult GmbH, 86163 Augsburg, Deponie „Unter Kaltenbuch“, Vorhaben:
Umwidmung DK0- in DK I-Bereiche, Neumodellierung der Deponieoberfläche:
- [U5] Lageplan Deponieeinrichtung geplant, Plan-Nr.: UK01/3-03, Entwurf,
M 1 : 500, 07.12.2017
- [U6] Lageplan OK Rekultivierung, Plan-Nr.: UK01/4-06, Entwurf
M 1 : 500, Stand 16.01.2018
- [U7] Schnitt Statik Altbereich, M 1 : 250, Stand 16.01.2018
- [U8] Schnitt C – C , M 1 : 500, 31.01.2018
- [U9] Schnitt Statik E2, M 1 : 250, Stand 16.01.2018
- [U10] Regelquerschnitt Basisabdichtung Feldhochpunkt, Plan-Nr.: UK01/4-08, M 1 : 25
Entwurf 10.06.2017,
- [U11] Regelquerschnitt Deponierand E1 Ost, Plan-Nr.: UK01/4-15, M 1 : 25,
Entwurf 10.06.2017,

- [U12] Regelquerschnitt Deponierand E1West, Plan-Nr.: UK01/4-16, M 1 : 25, Entwurf 10.06.2017,
- [U13] Umwidmung Auffüllabschnitt AFA E1/E2, Lageplan Sickerwasserableitung, Plan-Nr.: UK01/4-07, M 1: 500, 31.01.2018
- [U14] Schnitt B-B, Plan-Nr.: UK01/4-24, M 1 : 500, 31.01.2018
- [U15] Schnitt D-D, Plan-Nr.: UK01/4-26, M 1 : 500, 31.01.2018
- [U16] Planfeststellungsantrag Landkreis Alb-Donau-Kreis, Verfasser AU Consult GmbH, Entwurf 02/2018
- [U17] Besprechungsprotokoll Nr. 8, Datum: 06.02.2018.

(C) Mauthe Ingenieure, 7460 Balingen-Ostdorf:

- [U18] Projekt Erd- und Bauschuttdeponie „Unter Kaltenbuch“, Lageplan – Entwässerung, M 1 : 1000, gefertigt: 11.12.1989, geändert mit Deckblatt 02.01.1991

1.3 Regelwerke, Empfehlungen, Literatur, Rechenprogramme

- [R 1] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) „Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), die zuletzt durch Artikel 7 der Verordnung vom 2.Mai 2013 (BGBl. I S. 973) geändert worden ist“
- [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
- [R6] DIN 18196: 2006-06;
Erd- und Grundbau - . Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- [R7] DIN 19667: 2009-10;
Dränung von Deponien, Bauausführung und Betrieb
- [Q] LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“, Bundeseinheitliche Qualitätsstandard
- Q 1-0 „Technische Maßnahmen betreffend die geologische Barriere“, 04.12.2014
- Q 2-0 „Mineralische Basisabdichtungskomponenten Basisabdichtungssystemen – übergreifende Anforderungen“, 04.12.2014
- Q 3-1 „Mineralische Entwässerungsschichten aus natürlichen Baustoffen in Basisabdichtungssystemen“, 04.12.2013
- Q 3-2 „Mineralische Entwässerungsschichten in Basisabdichtungssystemen aus nicht natürlichen Baustoffen in“, 04.12.2014
- Q 7-1 „Rekultivierungsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“, 13.04.2016
- [GDA] GDA-Empfehlungen (2018):
- Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“:
GDA. 3. Auflage, 1997. Hrsg.: Dt. Ges. f. Geotechnik e.V. (DGGT), Verlag Ernst & Sohn. Später herausgegebene und aktualisierte Empfehlungen sind verfügbar unter: www.gdaonline.de.
- E 1-7 Identifizierung von Abfällen und Stoffgruben (1997)
- E 1-8 Geotechnische Klassifizierung von Abfällen (1997)
- E 2-3 Kombiniertes Basisabdichtungssystem (September 2016)
- E 2-4 Oberflächenabdichtungssystem (Juli 2010)
- E 2-6** Grundsätze der Abfallmechanik (1997)
- E 2-7** Nachweis der Gleitsicherheit von Abdichtungssystemen (August 2015)
- E 2-13** Verformungsnachweis für mineralische Abdichtungen (April 2010)
- E 2-14 Basisentwässerung von Deponien (April 2011)

- E 2-17** Sicherheitsbetrachtungen bei Abdichtungssystemen (April 2010)
- E 2-21 Spreizsicherheitsnachweis und Verformungsabschätzung für die Deponiebasis (1997) – wird überarbeitet.
- E 3-8 Reibungsverhalten von Geokunststoffen (August 2015)
- [D1] Handlungshilfe Neue Deponieverordnung (April 2012, 2. Auflage)
Hrsg.: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe. www.lubw.baden-wuerttemberg.de

Literatur:

- [L1] Brendlin, H., Leussink, H. u. T.G. Visweswaraya, 1964:
Abgrenzung der rolligen und bindigen Bereiche für das bodenphysikalische Verhalten von Mischböden.
Veröffentl. Inst. f. Bodenmechanik TH Karlsruhe, H. 15
- [L2] Brauns, H., 1980:
Spreizsicherheit von Böschungen auf geneigtem Gelände. Bauingenieur (55) 1980, S. 443-436
- [L3] Türke, H., : 1999:
Statik im Erdbau - 3. Aufl. - Verlag Ernst & Sohn. Berlin
- [L4] Witt, K.J. u. K. Werth, 2013:
Mobilisierbare Scherwiderstände in geneigten Schichtgrenzen.
8. Naue Geokunststoff-Kolloquium, Rostock
- [L5] Witt, K. J., 2014:
30 Jahre Erfahrung mit der Beurteilung der 100-jährigen Standsicherheit von Deponieböschungen.
Vortrag N, 30. Fachtagung „Die sichere Deponie“, SKZ ConSem GmbH, Würzburg
- [L6] Ziegler, M., 2012:
Geotechnische Nachweise nach EC 7 und DIN 1054. Einführung mit Beispielen.
- 3. vollst. überarbeitete Aufl. – Wilhelm Ernst & Sohn. Berlin

Verwendetes Rechenprogramm:

- [P1] GGU-Stability, Version 11.10 (07.01.2016);
Böschungsbruchberechnungen und Berechnungen von Bodenvernagelungen und Bewehrte-Erde-Wänden nach DIN 4084 und EC 7; Civilserve GmbH, Steinfeld

2.0 Bautechnische Beschreibung der Deponie

2.1 Schichten des Deponie-Untergrundes (Baugrund)

Der Untergrund des Deponie-Standortes besteht aus verkarsteten Massenkalken des Mittelkimmeridge. Die felsigen Schichten werden von mehr oder weniger lückenhaft verbreiteten Deckschichten aus Verwitterungs- und Schwemmlehmen mit Stein- und Bockanteilen aus Weißjura-Schutt überlagert (siehe Gutachten des Geologischen Landesamtes [U1], Schürfgruben-Aufschlüsse [U2] und fotografische Aufnahmen vom Freimachen des Baufeldes 2010 [U3]).

Nach dem oa. Hydrogeologischen Gutachten des Geologischen Landesamtes vom 23.1.1989 [U1] reichen die Deckschichten nicht aus, um auf eine künstliche Dichtungssohle verzichten zu können. Diese Einschätzung hat unverändert Gültigkeit. D.h., daß im Sinne der DepV keine geologische Barriere vorhanden ist.

Der Baugrund der Deponie weist nach Beurteilung der Aufschlüsse eine hohe Steifigkeit und Scherfestigkeit auf, sodaß mit keinen erdbautechnisch relevanten Setzungen unter der Deponie-Auflast zu rechnen ist. Die Scherfestigkeitseigenschaften in der Deponie-Sohle orientierten sich an einem Lehm-Boden von mindestens steifer Konsistenz.

Für die Standsicherheitberechnungen wurden auf der Grundlage der zitierten Aufschlüsse und nach der Augenscheinnahme beim Ortstermin am 06.02.2018 die bodenmechanischen Kenngrößen eingeschätzt Sie sind aus Abschnitt 3.2.2, aus Tabelle 1, ersichtlich.

2.2 Materialien in dem bestehenden Deponiekörper und für die geplante Erweiterung

Nach bauseitigen Angaben wurde im Altbereich unbelastetes Bodenaushubmaterial, Bauschutt- und Baurecyclingmaterial abgelagert. Im geplanten DK I-Bereich sollen Abfallstoffe entsprechend der Zuordnungswerte für diese Deponie-Klasse gemäß der DepV eingebaut werden [U16].

2.3 Abdichtungssystem und Entwässerungseinrichtungen, Systemelemente

Das betrachtete Abdichtungssystem besteht aus der Oberflächenabdichtung und der Basisabdichtung. Die Oberflächenabdichtung wird nach Fertigstellung der neuen Modellierung hergestellt. Die Elemente sind aus den folgenden Planauszügen der AU Consult GmbH ersichtlich.

Abb. 3: Elemente des Abdichtungssystem
(Plan-Ausschnitte entnommen aus [U10] und [U11])

Abb. 3.1: Oberflächenabdichtung

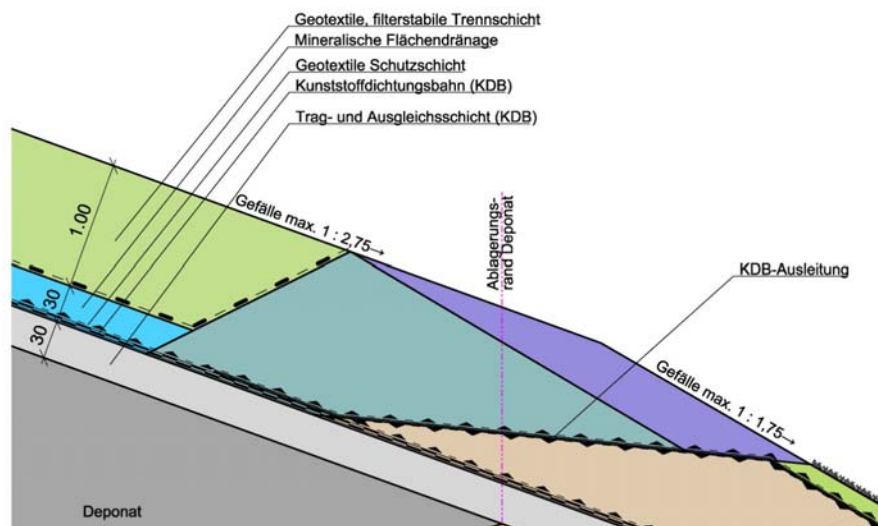
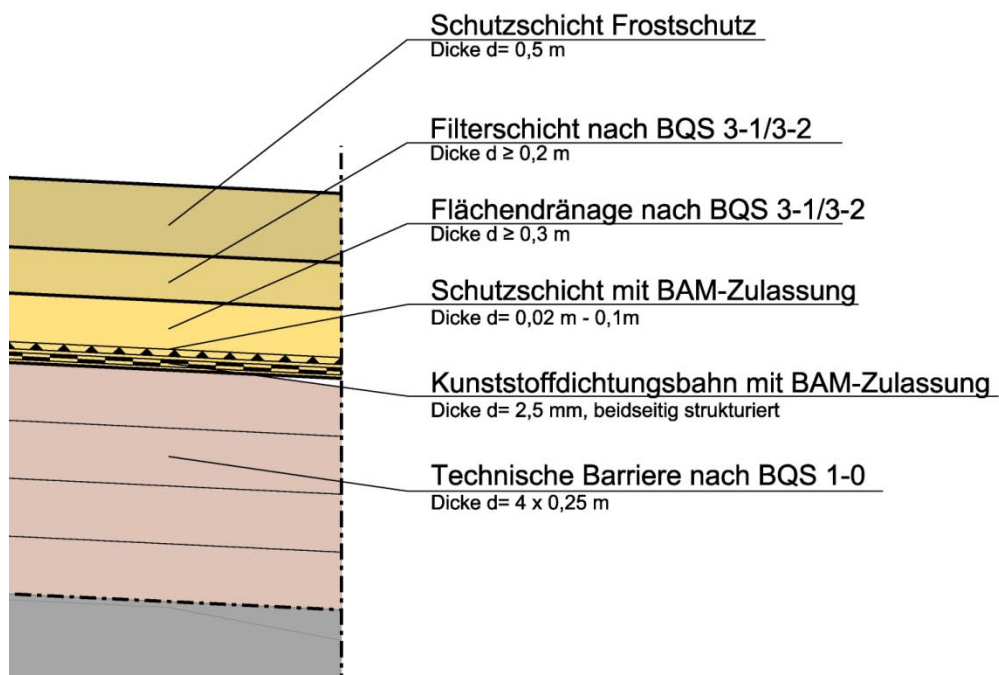


Abb. 3.2: Basisabdichtung im Schnitt A (talseitig), C und E2



3.0 Erläuterungen und Angaben zu den erdstatischen Berechnungen

3.1 System

3.1.1 Begriff „Standicherheit“

Ausgehend von den erforderlichen Sicherheitsnachweisen im Erd- und Grundbau [R2] und den Empfehlungen GDA [L1] werden folgende Beanspruchungen und bodenmechanische Eigenschaften des Deponiekörpers, seiner Dichtungsschichten, der Böschungsabdeckungsschicht und ggf. der Basisabdichtung (im DK I-Bereich), untersucht:

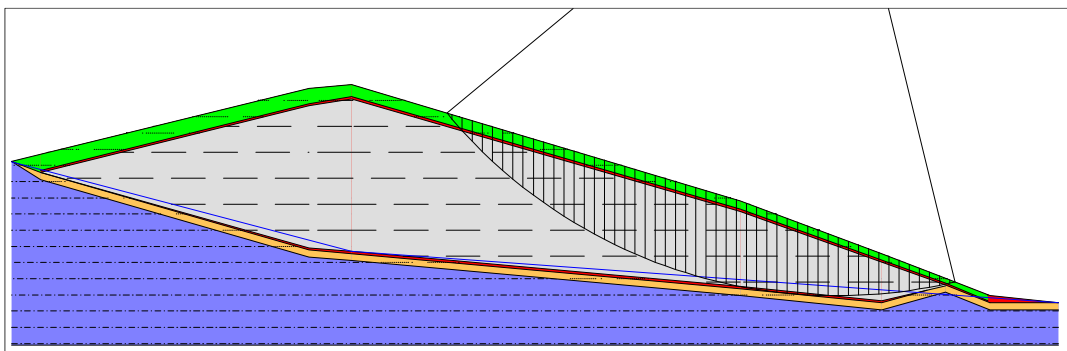
- Die Gesamtstandsicherheit der Deponie (Geländebruchsicherheit DIN 4084).
- Das Gleiten des Deponiekörpers auf Schichtfugen der Basisabdichtung (E 2-7).
- Das Abgleiten der Oberflächenabdichtung und deren Stabilität gegenüber strömenden Wassers (Beständigkeit gegen Oberflächenerosion).
- Die Scherbeanspruchungen und Verformungen der mineralischen Dichtungsschicht in der Basisabdichtung (E 2-13) mit der sog. Spreizsicherheit des Deponiekörpers (E 2-7).

Die Abbildungen 3, 4 und 5 zeigen die Bruchmechanismen bei der numerischen Modellierung. Die zugehörigen Nachweise bzw. Berechnungsverfahren werden nachfolgend erläutert.

3.1.2 Gesamtstandsicherheit des Deponiekörpers (Geländebruchsicherheit)

Die Gesamtstandsicherheit der Böschungen der Deponie ist für den Grenzzustand „GEO -3. Grenzzustand des Versagens durch Verlust der Gesamtstandsicherheit“ mit den Berechnungsgrundlagen und Berechnungsverfahren der Norm DIN 4084 [R4] nachzuweisen. Die sog. Geländebruchsicherheit wird mit kreisförmigen Gleitflächen und mit der Lamellenmethode nach BISHOP berechnet.

Abb. 4: Gesamtstandsicherheit (Geländebruchsicherheit),
Berechnung mit kreisförmigen Gleitflächen

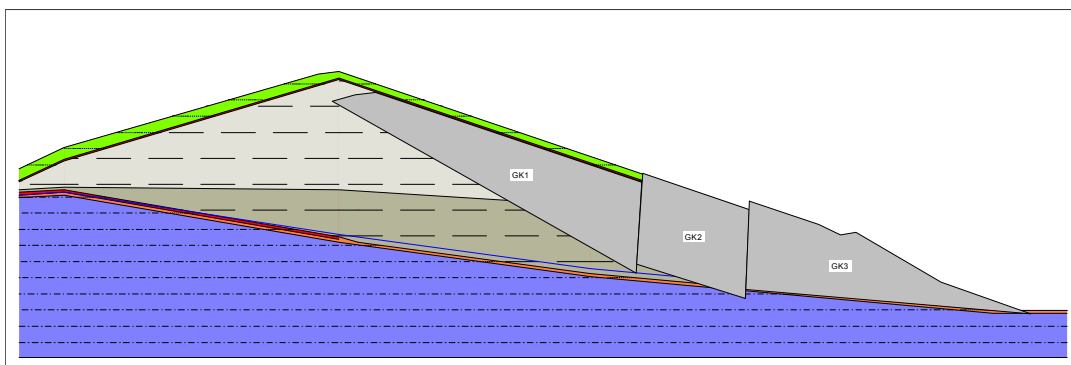


3.1.3 Gleitsicherheit auf einer Schichtfuge der Basisabdichtung

Die Berechnungen für den Nachweis der Gleitsicherheit in den Trennflächen der Basisabdichtung erfolgen gemäß der GDA Empfehlung E 2-7 für den Grenzzustand des „Baugrundversagen GEO-3“. In den Berechnungen wird, auf der sicheren Seite, angenommen, daß die KDB keine Zugkräfte aufnimmt. D.h., daß die Schnittkräfte unmittelbar auf die mineralischen Schichten einwirken, also auf die Entwässerungsschicht bzw. auf die mineralische Dichtungsschicht unterhalb der KDB.

Die Berechnungen werden mit der Methode zusammengesetzter, geradlinig begrenzter Bruchkörper gem. DIN 4084 [R4] ausgeführt (Name im Rechenprogramm: „Starrkörpermethode“).

Abb. 5 : Gleitsicherheit auf einer Schichtfuge der Basisabdichtung

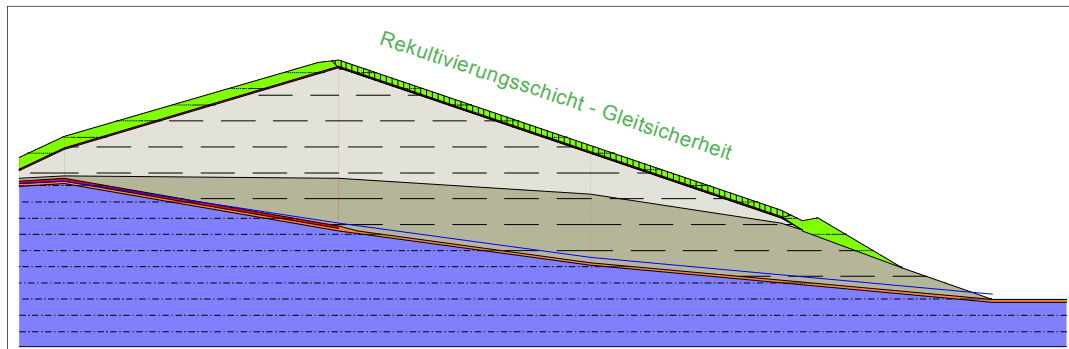


3.1.4 Gleitsicherheit der Rekultivierungsschicht (böschungsparalleles Gleiten)

„Die Standsicherheit ist für das gesamte Oberflächenabdichtungssystem nachzuweisen. Damit Strömungsdruck infolge von Stauwasser die Stabilität nicht gefährdet, muss entweder der Nachweis geführt werden, daß das System auch mit einem Aufstau von Wasser bei der gegebenen Böschungsneigung noch standsicher ist oder die Bildung von Stauwasser ist durch ausreichende Wasserdurchlässigkeit der Rekultivierungs- und Entwässerungsschicht zu verhindern“ [Q 7-1, Abschn. 4.5].

Bei den für die Profil-Schnitte ausgeführten erdstatischen Berechnungen wird vorausgesetzt, daß bei der geplanten Böschungsneigung in Verbindung mit dem geplanten Entwässerungssystem [U13] die Bildung von Stauwasser vermieden wird, sodaß kein Strömungsdruck in der Rekultivierungsschicht zu berücksichtigen ist.

Die Gleitsicherheit auf einer böschungsparallelen Gleitfläche wird entsprechend den Empfehlungen der DIN 4084 [R4] mit der Lamellenmethode nach JANBU berechnet.

Abb. 6: Gleitsicherheit der Rekultivierungsschicht (böschungsparalleles Gleiten)

3.1.5 Spreizsicherheit der mineralischen Basisabdichtung

„Eine unzulässige Beeinflussung der Abdichtungswirkung infolge planmäßiger Verformungseinwirkungen ist zu erwarten, wenn sich durch Überschreiten der Zugfestigkeit in der Abdichtungsschicht Risse öffnen“ [GDA E 2-13, Abs. 1].

In der Empfehlung GDA E- 2.21, Abs. 2, wird ausgeführt:

„Die Spreizsicherheit ist i. allg. als örtliche (lokale) Sicherheit nachzuweisen, um das Auftreten lokaler Spannungsüberschreitungen und Plastifizierungen in der Sohlfuge auszuschließen.....Im Rahmen des lokalen Spreizspannungsnachweises ist für jeden Punkt entlang der Deponiebasis sicherzustellen, dass die aktivierten Schubspannungen kleiner als die in den Trennflächen des Basisabdichtungssystem maximal übertragbaren Schubspannungen sind“.

In der Empfehlung GDA E 2-7, Abs. 2, wird definiert:

„Die Spreizsicherheit einer Basisabdichtung ist erfüllt, wenn in allen Schichtfugen der Bemessungswert des im Grenzzustand mobilisierbaren Reibungswinkel φ'_d größer ist, als der zur Schubkraftübertragung erforderliche Sohlreibungswinkel δ_k . Der charakteristische Wert des erforderlichen Sohlreibungswinkel wird nach GDA E 2-21 ermittelt“.

Es gilt dann die Bedingung: $\tan \varphi'_d > \tan \delta_k$

bzw. mit der Schubspannung τ und der Normalspannung σ_v in der berechneten Schichtfuge:

$$\tan \varphi'_d > \left(\frac{\tau}{\sigma_v} \right)_{\max}$$

Die Berechnung des Ausnutzungsgrades μ ergibt sich dann zu.

$$\mu = \tan \delta_k / \tan \varphi'_d = \left[\left(\frac{\tau}{\sigma_v} \right)_{\max} / \tan \varphi'_d \right] < 1 \quad !$$

Die Nachweis der Spreizsicherheit in der Basisabdichtung wird berechnet für eine Schichtfuge in der mineralischen Abdichtung, also unter der KDB bzw. unter der Entwässerungsschicht. Die Belastung aus dem Deponiekörper wird mit der Deponieoberfläche im Endzustand (Bemessungssituation BS-P) angesetzt.

Gemäß der Vorgabe der DIN 1054 [R2] wird dabei der Grenzzustand des „Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund“, GEO-2“, zugrunde gelegt.

3.1.6 Beständigkeit gegen Oberflächenerosion

„Die Rekultivierungsschicht muss in allen Bauzuständen und im Endzustand mechanisch stabil sein. Hierzu darf ihre Stand- und Gleitsicherheit nicht durch Abgleitengefährdet sein, darf sie nicht so weit aufweichen oder Strömungskräften ausgesetzt sein, daß sie ihre Stabilität verliert ..., muss sie frühzeitig vor Abtrag durch Wind- oder Wassererosion geschützt werden oder gegen diese beständig sein“ ([Q 7-1], Abschn. 4.5). – Vgl. hierzu Abschnitt 3.1.4 dieses Berichts.

3.2 **Lastannahmen**

3.2.1 Einwirkungen und Widerstände

Für den Ansatz etwaiger Porenwasserdrücke im Deponiekörper (hydrologische Bedingungen) wird im Bereich der Erd- und Bauschuttdeponie sowie im DK I-Deponieabschnitt folgendes angenommen:

Etwa noch einsickerndes Oberflächenwasser führt zu keiner Wassersättigung des Deponiekörpers. Etwaige Strömungskräfte aus Sickerwasser sind unerheblich.

Im Bereich der Basisabdichtung wird ein hydrostatischer Porenwasserdruck auf OK der mineralischen Dichtungsschicht in der Größenordnung von 0,30 m angesetzt. Damit werden auch etwaige Porenwasserüberdrücke kompensiert, welche sich bei Auflast auf der KDB in der darunter liegenden mineralischen Dichtungsschicht etwa einstellen könnten.

Der Standort der Deponie befindet sich nach der Karte der Erdbebenzonen in Baden-Württemberg [R5.2] in der Erdbebenzone 0. Demzufolge sind bei den Standsicherheitsberechnungen keine zusätzlichen Massenkkräfte anzusetzen.

3.2.2 Kennwerte für erdstatische Berechnungen

In nachfolgender Tabelle 1 sind die Bodenparameter für die erdstatischen Berechnungen zusammengestellt.

Für den Deponiekörper wurden die Wichte und Scherparameter ebenfalls abgeschätzt.

Die Kenngrößen sind Erfahrungswerte, die naturgemäß eine Spannweite aufweisen. Es wurden charakteristische Werte aus der Region Süddeutschland auf der „sicheren Seite“ gewählt (Tabellenwerte in Anlehnung an TÜRKE [L3]).

Tabelle 1: Charakteristische Kenngrößen für die erdstatischen Berechnungen

	Bode n Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Parameter	Name	Block- Schutt mit Lehm	(a) Techn. Barriere BQS 1-0 (b) Mineral. Abdichtg BQS 2-0 [TL/TM]	Flächen drän. Kies 6/32 Filter- schicht 4/16 [GE]	Frostschutz schicht Kies 0/32 [GW]	Erd- und Bauschutt Deponie [A]	Auffüllung Abfall DK 0 DK I Material [A]	Rekulti- vierungs- u. Böschungs- Abdeckungs- Schicht BQS 7 [TL/TM]
Material Modell		MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC
Type of material behaviour		Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained
Bodenwichte, feucht oberhalb GW	γ_{unsat} [kN/m³]	21	19	17	18	20	20	18,5
Bodenwichte, gesättigt	γ_{sat} [kN/m³]	23	20	19,5	20	21	21	19,5
Steifemodul	E_{Oed} bzw. E_s [MN/m²]	100	20	80	100	10	10	15
Kohäsion, unndrniert	c_u [kN/m²]	0	30	0	0	15	15	10
Kohäsion, effektiv	$c_{k'}$ [kN/m²]	0	20	0	0	30	10	15
Reibungswinkel, effektiv	$\phi_{k'}$	40°	25°	34°	34°	22,5°	22,5°	25°
Dilatanzwinkel	ψ	25°	0°	10°	10°	0°	0°	0°
Querkontraktion	$\nu_{ur'}$	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
Durchlässig- keitsbeiwert	k_f [m/s]	10 E-5	(a) 10 E-9 (b) 10E- 10	10 E-3	10 E-3	10 E-5	10 E-5	10 E-9

Auf den nachfolgenden Tabellen 2, 3 und 4 sind die Kenngrößen für die Abdichtungssysteme in den berechneten Profilen A, C und E 2 zusammengestellt. Mit diesen Kenngrößen wurden die Gleitsicherheit und Spreizsicherheit berechnet. Hierbei sind auch die Erfahrungswerte von WITT [L5] berücksichtigt, welche bei Berechnungen mit Gleitschichten auf Geokunststoffen empfohlen werden.

Tabelle 2: Abdichtungssystem und Kennwerte für erdstatische Berechnungen
 Gleitsicherheit (GEO-3) und Spreizsicherheit (GEO-2)

Tabelle 2.1: Profil A: Oberflächenabdichtung mit KDB, Basis-Abdichtung ohne KDB

lfd. Nr.	Bezeichnung	Baustoff	φ' Grad	c' kN/m ²	c_u kN/m ²	Sohlrei- bungs- winkel $\delta_{(i,j)}$ Grad	Charakt. Wert ¹⁾ $\tan \delta_k$	Vorh. $\tan \delta_k$ (δ_k°)	Adhäsion bzw. Kohäsion c'_k kN/m ²
1	Rekulti- vierungsschicht	Boden	25	15	10				
2	GLEITZONE E 2-7, GEO -3					$\delta_{(1,3)}$	$0,90 \times \tan 25^\circ$	0,420 (22,8°)	0
3	Geotextile Trennschicht	300 g/m ²							
4						$\delta(3,5)$	$0,90 \times \tan 34^\circ$	0,607	0
5	Mineralische Flächen-Drän	0 / 32	34	0	0				
6						$\delta(5,7)$	$0,90 \times \tan 34^\circ$	0,607	0
7	Geotextile Schutzschicht	800 g/m ²							
8						$\delta(7,9)$	$\geq \tan 33^\circ$	$\geq 0,645$	0
9	KDB, beidseitig strukturiert	2,5 mm							
10						$\delta(9,11)$	$\geq \tan 33^\circ$	$\geq 0,645$	0
11	Trag- u. Aus- gleich-Schicht	0 / 32	34	0	0				
12						$\delta(11,13)$	$\tan 22,5^\circ$	0,414	10
13	Deponiekörper DK I	Abfall Baurest- stoffe	22,5	10	15				
14	Deponiekörper Bestand 2015		22,5	25	15				
15						$\delta(13,15)$	$\tan 22,5^\circ$	0,414	10
16	Flächendränage BQS 3-1/3-2	16 / 32 GE	34	0	0				
17						$\delta(19,21)$	$\geq 0,9 \times \tan 34^\circ$	0,607	
18	GLEITZONE	auf/ in mineral. Abdichtung				$\delta(21,23)$	$\geq \tan 25^\circ$	0,466	20
19	Mineralische Abdichtung	Boden 2 x 25 cm	25	20	30				
20						$\delta(25,27)$	$\tan 25^\circ$	0,466	20
21	Deponie- Untergrund	Blockschutt mit Lehm	40	0					

¹⁾ vgl. WITT [L5]

Tabelle 2.2: **Profil A:** Oberflächen- und Basis-Abdichtung mit KDB

fd. Nr.	Bezeichnung	Baustoff	φ' Grad	c' kN/m ²	c_u kN/m ²	Sohlrei- bungs- winkel $\delta_{(i,j)}$ Grad	Charakt. Wertt ¹⁾ $\tan \delta_k$	Vorh. $\tan \delta_k$ (δ_k°)	Adhäsion bzw. Kohäsion c'_k kN/m ²
1	Rekulti- vierungsschicht	Boden	25	15	10				
2	GLEITZONE E 2-7, GEO 3					$\delta_{(1,3)}$	0,90 x $\tan 25^\circ$	0,420 (22.8°)	0
3	Geotextile Trennschicht	300 g/m ²							
4						$\delta_{(3,5)}$	0,90 x $\tan 34^\circ$	0,607	0
5	Mineralische Flächen-Drän	0 / 32	34	0	0				
6						$\delta_{(5,7)}$	0,90 x $\tan 34^\circ$	0,607	0
7	Geotextile Schutzschicht	800 g/m ²							
8						$\delta_{(7,9)}$	\geq $\tan 33^\circ$	\geq 0,645	0
9	KDB, beidseitig strukturiert	2,5 mm							
10						$\delta_{(9,11)}$	\geq $\tan 33^\circ$	\geq 0,645	0
11	Trag- u. Aus- gleich-Schicht	0 / 32	34	0	0				
12						$\delta_{(11,13)}$	$\tan 22.5^\circ$	0,414	10
13	Deponiekörper DK I	Abfall Baurest- stoffe	22,5	10	15				
14	Deponiekörper Bestand 2015		22,5	25	15				
15						$\delta_{(13,15)}$	$\tan 22.5^\circ$	0,414	0
16	Flächendränge BQS 3-1/3-2	16 / 32 GE	34	0	0				
17						$\delta_{(19,21)}$	$\geq 0,9$ x $\tan 34^\circ$	0,607	
18	Schutzschicht Geotextil Sandm								
19	GLEITZONE	„oben“				$\delta_{(21,23)}$	\geq $\tan 25^\circ$	0,466	0
20	KDB, beidseitig strukturiert	2,5 mm							
21	GLEITZONE	„unten“				$\delta_{(23,25)}$	$\tan 25^\circ$	0,466	20
22	Mineralische Abdichtung	Boden 2 x 25 cm	25	20	30				
23						$\delta_{(25,27)}$	$\tan 25^\circ$	0,466	20
24	Deponie- Untergrund	Blockschutt mit Lehm	40	0					

1) vgl. WITT [L5]

Tabelle 2.3: **Profile C und E2:** Oberflächen- und Basis-Abdichtung mit KDB

fd. Nr.	Bezeichnung	Baustoff	φ' Grad	c' kN/m ²	c_u kN/m ²	Sohlrei- bungs- winkel $\delta s_{(i,j)}$ Grad	Charakt. Wertt ¹⁾ $\tan \delta s$	Vorh. $\tan \delta k$ (δ_k°)	Adhäsion bzw. Kohäsion c'_k kN/m ²
1	Rekulti- vierungsschicht	Boden	25	15	10				
2	GLEITZONE E 2-7, GEO-3					$\delta(1,3)$	0,90 x $\tan 25^\circ$	0,420 (22,8°)	0
3	Geotextile Trennschicht	300 g/m ²							
4						$\delta(3,5)$	0,90 x $\tan 34^\circ$	0,607	0
5	Mineralische Flächen-Drän	0 / 32	34	0	0				
6						$\delta(5,7)$	0,90 x $\tan 34^\circ$	0,607	0
7	Geotextile Schutzschicht	800 g/m ²							
8						$\delta(7,9)$	\geq $\tan 33^\circ$	\geq 0,645	0
9	KDB, beidseitig strukturiert	2,5 mm							
10						$\delta(9,11)$	\geq $\tan 33^\circ$	\geq 0,645	0
11	Trag- u. Aus- gleich-Schicht	0 / 32	34	0	0				
12						$\delta(11,13)$	$\tan 22,5^\circ$	0,414	10
13	Deponiekörper DK I	Abfall Baurest- stoffe	22,5	10 bis 30	15				
						$\delta(13,15)$	$\tan 22,5^\circ$	0,414	10
15	Schutzschicht Frostschutz		34	0	0			0,675	
16						$\delta(15,17)$	$\tan 34^\circ$	0,675	
17	Filterschicht BQS 3-1/3-2	4 / 16 GE	34	0	0				
18						$\delta(17,19)$	$\tan 34^\circ$	0,675	
19	Flächendränage BQS 3-1/3-2	16 / 32 GE	34	0	0				
20						$\delta(19,21)$	$\geq 0,9$ x $\tan 34^\circ$	0,607	
21	Schutzschicht Geotextil/Sandm								
22	GLEITZONE	„oben“				$\delta(21,23)$	\geq $\tan 25^\circ$	0,466	0
23	KDB, beidseitig strukturiert	2,5 mm							
24	GLEITZONE	„unten“				$\delta(23,25)$	$\tan 25^\circ$	0,466	20
25	Technische Barriere BQS 1-0	Boden 4 x 25 cm	25	20	30				
26						$\delta(25,27)$	$\tan 25^\circ$	0,466	20
27	Deponie- Untergrund	Blockschutt mit Lehm	40	0					

3.2.3 Teilsicherheitsbeiwerte

Als Auszug aus dem Regelwerk [R2] werden die für die Berechnungen maßgebenden Teilsicherheitsbeiwerte zusammengestellt - DIN EN 1997-1 (EC 7), DIN 1054 - :

Tabelle 3: Sicherheitsbeiwerte aus DIN 1054

Aus Tabelle A 2.1 - Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen

Einwirkung bzw. Beanspruchung	Formelzeichen	BS-P	BS-T	BS-A
GEO-3 : Grenzzustand des Versagens durch Verlust der Gesamtstandsicherheit				
Ständige Einwirkungen	γ_G	1,00	1,00	1,00

Aus Tabelle A 2.2 - Teilsicherheitsbeiwerte für geotechnische Größen:

Bodenkenngrößen	Formelzeichen	BS-P	BS-T	BS-A
GEO-2 : Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund				
Scherfestigkeit des dränierten Bodens Reibungsbeiwert $\tan \varphi'$ und Kohäsion c'	$\gamma_{\varphi'}, \gamma_{c'}$	1,00	1,00	1,00
GEO-3 : Grenzzustand des Versagens durch Verlust der Gesamtstandsicherheit				
Scherfestigkeit des dränierten Bodens Reibungsbeiwert $\tan \varphi'$ und Kohäsion c'	$\gamma_{\varphi'}, \gamma_{c'}$	1,25	1,15	1,10

4.0 Ergebnisse der geotechnischen Beobachtungen und Berechnungen

4.1 Allgemeines

Die erdstatischen Berechnungen wurden für die drei ausgewählten Profil-Schnitte A (Altbereich), C und E2 ausgeführt. Die Planunterlagen des Entwurfsverfassers, der Lageplan mit den Schnittspuren sowie die Schnitte sind als Anlage 2 beigelegt (siehe auch die Abbildungen 1 und 2 in Abschnitt 1 dieses Berichts).

Die erdstatischen Berechnungen wurden für den Zustand der Endverfüllung einschl. Einbau der Rekultivierungsschicht ausgeführt, für den Bemessungszustand BS-P.

4.2 Gesamtstandsicherheit (Geländebruchsicherheit) und Gleitsicherheit auf einer Schichtfuge der Basisabdichtung

Mit den Berechnungsverfahren der DIN 4084, mit kreisförmigen Gleitlinien nach dem Lamellenverfahren, und mit Hilfe des zusammengesetzten Bruchmechanismus („Starrkörpermethode“), wurden für die gewählten Bodenkenngößen ausreichende Standsicherheit ermittelt ($\mu < 1,0$). Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle 4 zusammengestellt, ausführliche Berechnungsprotokolle und Grafiken siehe Anlage 1.

Tabelle 4: <u>Berechnungsergebnisse</u>								
Geländebruch-Berechnungen („Gesamtstandsicherheit“)								
Gleitsicherheit auf der Basisabdichtung und Gleitsicherheit der Rekultivierungsschicht								
GEO-3 – Grenzzustand des Versagens der Gesamtstandsicherheit - Ausnutzungsgrade μ (DIN 4084) der Bemessungswiderstände								
Gestalt der Deponie- Oberfläche im Profil :			Profil A		Profil C		Profil E 2	
GEO-3: Bemessungssituationen			BS-P		BS-P		BS-P	
Teilsicher- heitsbeiwerte	BS-P	BS-E						
γ_G	1,25	1,0						
$\gamma_{\phi'}$ und $\gamma_{c'}$	1,25	1,0						
Geländebruchsicherheit DIN 4084 „Lamellenverf. Bishop“ (siehe Anlage Nr. 1/...)			0,78	(A.1)	0,76	(C.1)	0,82	(E2.1)
Geländebruchsicherheit DIN 4084 „Starrkörpermethode“ und Gleitsicherheit E 2-7 auf der Basisabdichtung über der KDB bzw. über der mineral. Dichtungsschicht (siehe Anlage Nr. 1/...)			0,78	(A.2)	0,71	(C.2)	0,78	(E2.2)
Gleitsicherheit E 2-7 Rekultivierungsschicht auf der Deponieböschung (siehe Anlage Nr. 1/...)			0,93	(A.3)	0,78	(C.3)	0,94	(E2.3)

4.3 Spreizsicherheit auf einer Schichtfuge der mineralischen Abdichtung

In der untersuchten Schichtfuge unter der KDB bzw. im talseitigen Altbereich ist bindiger Boden eingebaut. Dessen Scherparameter sind gegenüber derjenigen des Kie- ses in der Entwässerungsschicht, auch auf der KDB ungünstiger. Daher ist die berechnete Schichtfuge für die Beurteilung der Spreizsicherheit maßgebend. Für den in der Auflage der Schicht erforderlichen Schubwiderstand sind die gemittelten Scher- parameter des Deponiekörpers bestimmend. Wird auf der sicheren Seite keine Kohäsion berücksichtigt, ergibt sich mit der Berechnungsverfahren von BRAUNS [L2] im Grenzzustand des Versagens von Bauteilen – GEO-2 - ein ausreichender Aus- nutzungsgrad der mobilisierbaren Scherfestigkeit auf der Unterlage von maximal $\mu = 0,50 < 1,0$ (Profil C).

Die Einzelergebnisse sind in nachfolgender Tabelle 5 auf Seite 23 zusammengestellt.

4.4 Gleitsicherheit der Rekultivierungsschicht (böschungsparalleles Gleiten)

und Beständigkeit der Böschungsoberfläche gegen Erosion

Die Berechnungsergebnisse in vorstehender Tab. 4 weisen mit den gewählten Bo- denkenngrößen der Rekultivierungsschicht im Grenzzustand des Versagens durch Verlust der Gesamtstandsicherheit GEO-3 eine knappe, aber ausreichende Stand- sicherheit aus. Der größte Ausnutzungsgrad beträgt $\mu = 0,94 < 1,0$ (Profil E2).

Zur Einschätzung der Zugbeanspruchung der Rekultivierungsschicht wurde zusätzlich zur Berechnung der Sicherheit gegen Abgleiten auch die Beanspruchung der Unter- lage durch Spreizkräfte berechnet. Für den in der Auflage der Schicht erforderlichen Schubwiderstand sind die Scherparameter in der Rekultivierungsschicht bestimmend. Wird auf der sicheren Seite der Kohäsionsanteil vernachlässigt, so ergibt sich mit der Berechnungsverfahren von BRAUNS [L2] im Grenzzustand GEO-2 ein ausreichen- der Ausnutzungsgrad der mobilisierbaren Reibung auf der geotextilen Trennschicht von $\mu = 0,88 < 1,0$ (Profil C).

Bei einem Abknicken der Böschungsneigung – wie im Profil-Schnitt C (s. Plan in Anlage 1), wird empfohlen, eine Verzahnung der Schichten der Oberflächenabdich- tung mit dem Deponie-Körper konstruktiv herzustellen oder einen „kantigen“ Über- gang zu vermeiden.

Bei dem Aufbau der Oberflächenabdichtung, bei den gewählten Böschungsneigun- gen, mit den Längen der Fließstrecken, den angenommenen bodenmechanischen Eigenschaften der Rekultivierungsschicht (verdichteter Lehm Boden von steifer Konsistenz) sowie mit dem vorgesehenen Bewuchs der Oberfläche kann Beständig- keit gegen Oberflächenerosion erwartet werden.

Tabelle 5: **Berechnungsergebnisse****Spreizsicherheit** einer nichtbindigen **Schüttgutböschung** auf geneigter **Aufstandsfläche**

$$\tan \delta_k = \frac{\tau}{\sigma} = \frac{\sin \varphi \cdot \sin \left[\sin^{-1} \left(\frac{\sin \beta}{\sin \varphi} \right) - \beta + 2\varepsilon \right]}{1 + \sin \varphi \cdot \cos \left[\sin^{-1} \left(\frac{\sin \beta}{\sin \varphi} \right) - \beta + 2\varepsilon \right]} \quad [\text{BRAUNS}]^{1)}$$

¹⁾ Brauns, H. (1980) [L2]²⁾ siehe Tabelle 2

PRO FIL	A		C		E2	
Station Profil-Ausschnitt NN+.... m	0+92,4 774,5	0+176 746	0+135,6 739,0	0+164 728,5	0+89 776	0+200 738,4
1 : n Böschungsneigung β	1:2,933 18,8°		1 : 2,705 20,3°		1:2,952 18,7°	
Oberflächendichtung Sohlneigungswinkel ε	18,8°		Unterer Böschungsabschnitt 20,3°		18,7°	
Reibungswinkel der Rekultivierungsschicht φ'_u (Mittelwert)	25°		25°		25°	
erforderlicher Sohlreibungs- winkel auf der geotextilen Trennschicht δ_k [BRAUNS] $\tan \delta_k$	0,340		0,370		0,339	
Im Grenzzustand GEO-2 in der Aufstandsfläche mobili- sierbarer Reibungswinkel ²⁾ φ'_d ; $\tan \varphi'_d$	22,8° 0,420		22,8° 0,420		22,8° 0,420	
Ausnutzungsgrad μ der mobilisierbaren Reibung $\mu = \tan \delta_k / \tan \varphi'_d$	0,81 < 1,0		0,88 < 1,0		0,81 < 1,0	
Station Basisabdichtung NN+...m	+96 741,5	+210 729	+74 733,5	+155 726	+100 740,8	+144 737,3
Sohlneigungswinkel ε	6,3°		5,3°		4,6°	
Reibungswinkel des Schüttgut- Böschungsmaterials φ'_u (Mittelwert)	25°		25°		25°	
erforderlicher Sohlreibungs- winkel auf der mineralischen Dichtungsschicht δ_k [BRAUNS] $\tan \delta_k$	0,223		0,232		0,204	
Im Grenzzustand GEO-2 in der Aufstandsfläche mobili- sierbarer Reibungswinkel ²⁾ φ'_d ; $\tan \varphi'_d$	25° 0,466		25° 0,466		25° 0,466	
Ausnutzungsgrad μ der mobilisierbaren Reibung $\mu = \tan \delta_k / \tan \varphi'_d$	0,48 < 1,0		0,50 < 1,0		0,44 < 1,0	

5.0 Zusammenfassung

Die Untersuchung der Gesamtstandsicherheit ergab, daß bei einer Auffüllung bis zur Höhe der geplanten Endverfüllung – die Rekultivierungsschicht inbegriffen - ein Geländebruch und oder Abgleiten auf der Deponiesohle nicht zu befürchten ist.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, daß die geotechnischen Beanspruchungen vom bestehenden und geplanten Deponiekörper (einschließlich der Böschungsabdichtungsschicht) aufgenommen werden können.

Im bestehenden Deponiebereich funktioniert nach Angaben des Deponiebetreibers das vorhandene Entwässerungssystem in vollem Umfang. Feuchtstellen oder aus den Deponieoberflächen aussickerndes Wasser wurden nicht festgestellt.


Bei dem Aufbau der Oberflächenabdichtung, bei den gewählten Böschungsneigungen, den Längen der Fließstrecken, den angenommenen bodenmechanischen Eigenschaften der Rekultivierungsschicht (verdichteter Lehm Boden von steifer Konsistenz) sowie mit dem vorgesehenen Bewuchs der Oberfläche kann Beständigkeit gegen Oberflächenerosion erwartet werden.

Das Abdichtungssystem ist nach den vorgegebenen technischen Regeln geplant. Die Spreizsicherheit für die mineralischen Dichtungsschichten der Basisabdichtung ist gegeben. Bei der geringen Zusammendrückbarkeit des Baugrundes sind nur kleine Setzungsbeträge in der Größenordnung von Zentimetern und nur geringe Setzungsunterschiede unter der Deponiebelastung zu erwarten. Daher werden dadurch verursachte Verformungen für das Abdichtungssystem verträglich eingeschätzt.

Die Stabilitätsbewertung wird auch in Zukunft für die bestehenden und neu geplanten Deponieabschnitte nach der *Beobachtungsmethode* gemäß DIN 1054, zu 2.7 [R2], fortgesetzt werden.

Aufgestellt:

Stuttgart, den 25. April 2018



Prof. Dipl.-Ing. Wolfgang Ast

Anlagen:

1 Erdstatische Berechnungen

für die Profile A, C und E2

Gesamtstandsicherheit (Geländebruchsicherheit) und Gleitsicherheit
für den Grenzzustand Baugrundversagen GEO-3, Bemessungszustand BS-P

- (1) Berechnung mit kreisförmigen Gleitlinien
nach dem Lamellenverfahren nach DIN 4084 (Bishop)
- (2) Berechnung mit einem zusammengesetzten Bruchmechanismus,
– Programmbezeichnung: Starrkörpermethode –
Gleitfläche über der KDB der Basis-Abdichtung,
mit dem Verfahren eines zusammengesetzten Bruchmechanismus
mit geraden Gleitlinien nach DIN 4084,
- (3) Gleitsicherheit der Rekultivierungsschicht auf der Deponieböschung
mit geradlinigen Gleitlinien nach dem Lamellenverfahren nach DIN 4084 (Janbu),
Gleitfläche auf der geotextilen, filterstabilen Trennschicht

2 Planunterlagen

Entwurfsverfasser:

AU Consult GmbH, 86163 Augsburg:

- [U6] Lageplan OK Rekultivierung, Plan-Nr.: UK01/4-06, Entwurf
M 1 : 500, Stand 16.01.2018
- [U7] Schnitt Statik Altbereich, M 1 : 250, Stand 16.01.2018
- [U8] Schnitt C – C , M 1 : 500, 31.01.2018
- [U9] Schnitt Statik E2, M 1 : 250, Stand 16.01.2018

ANLAGE Nr. 1

Profil A

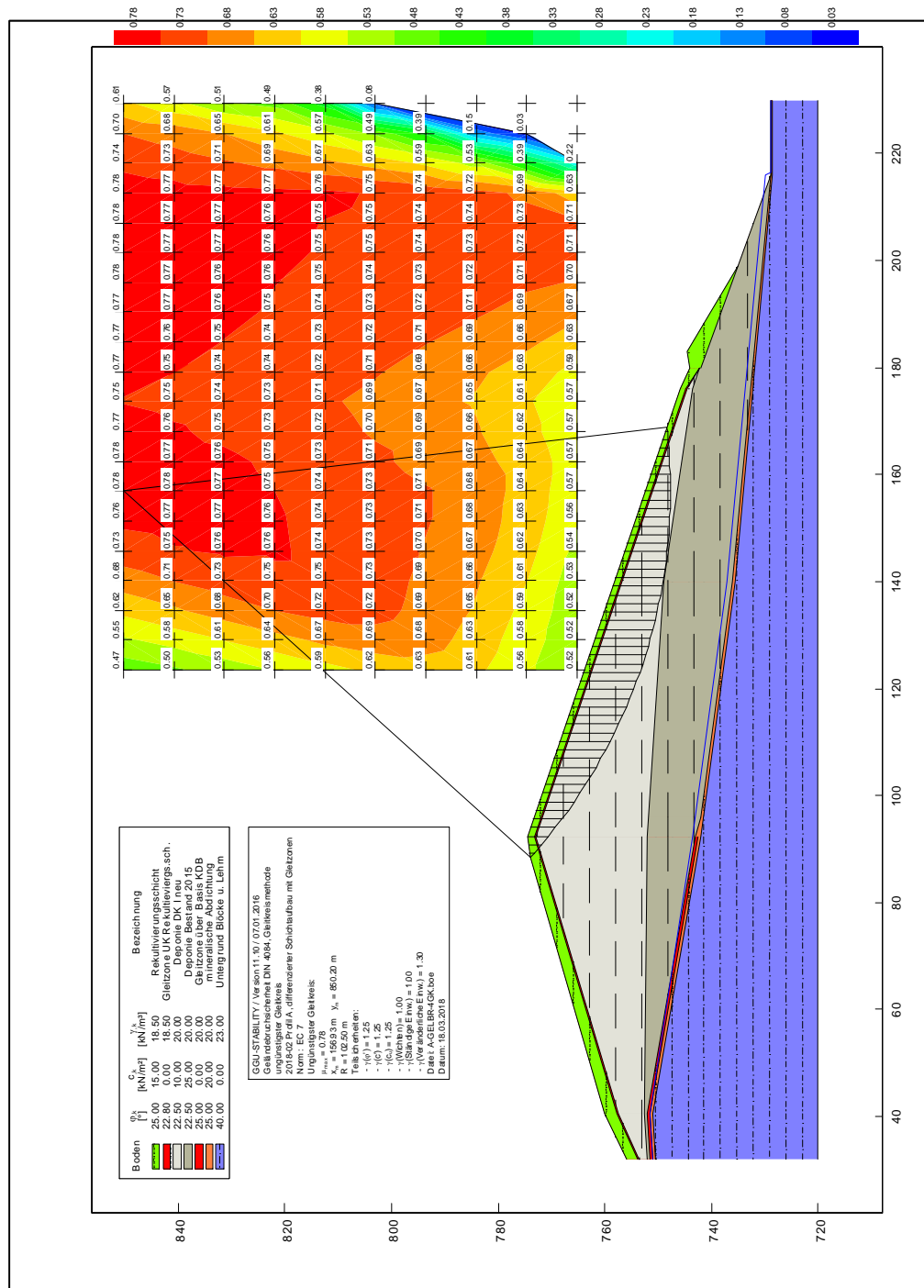
Profil C

Profil E2

PROFIL A

- A 1 Berechnung mit kreisförmigen Gleitlinien
nach dem Lamellenverfahren nach DIN 4084 (Bishop)
- A 2 Berechnung mit einem zusammengesetzten Bruchmechanismus,
– Programmbezeichnung: Starrkörpermethode –
Gleitfläche über der KDB der Basis-Abdichtung,
mit dem Verfahren eines zusammengesetzten Bruchmechanismus
mit geraden Gleitlinien nach DIN 4084,
- A 3 Gleitsicherheit der Rekultivierungsschicht auf der Deponieböschung
mit geradlinigen Gleitlinien nach dem Lamellenverfahren nach DIN 4084
(Janbu), Gleitfläche auf der geotextilen, filterstabilen Trennschicht

ANGLAGE 1/ A .1



Prof. Ast Ingenieures. f. Geotechnik u. Projektsteuerung mbH

Anlage 1/ A1

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 1 von 3 Seiten

GGU-STABILITY / Version 11.10 / 07.01.2016

Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

Geländebruchsicherheit DIN 4084, Gleitkreismethode
ungünstigster Gleitkreis
Datei: A-GELBR-4GK.boe

Datum: 22.03.2018

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) = 1.25
- gam(c') = 1.25
- gam(cu) = 1.25
- gam(Wichten) = 1.00
- gam(Ständige Einw.) = 1.00
- gam(Veränderliche Einw.) = 1.30

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr. [-]	x [m]	y [m]
1	32.000	756.000
2	40.500	760.000
3	88.500	774.000
4	92.400	774.500
5	176.000	746.000
6	180.000	744.000
7	183.000	744.500
8	199.000	735.000
9	216.000	729.000
10	230.000	729.000

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden [-]	phi,k [°]	c,k [kN/m²]	gamma,k [kN/m³]	Bezeichnung
1	25.00	15.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	22.80	0.00	18.50	Gleitzone UK Rekult..
3	22.50	10.00	20.00	Deponie DK I neu
4	22.50	25.00	20.00	Deponie Bestand 2015
5	25.00	0.00	20.00	Gleitzone Basis KDB

Anlage 1/ A1

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 2 von 3 Seiten

6	25.00	20.00	20.00	mineralische Abdichtung
7	40.00	0.00	23.00	Blöcke u. Lehm

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	phi,d	c,d	gamma,d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	20.46	12.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	18.59	0.00	18.50	Gleitzone UK Rekult..
3	18.33	8.00	20.00	Deponie DK I neu
4	18.33	20.00	20.00	Deponie Bestand 2015
5	20.46	0.00	20.00	Gleitzone Basis KDB
6	20.46	16.00	20.00	mineralische Abdichtung
7	33.87	0.00	23.00	Blöcke u. Lehm

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	32.000	753.800	40.500	757.800	1
2	40.500	757.800	92.400	773.300	1
3	92.400	773.300	176.000	744.800	1
4	176.000	744.800	180.000	742.200	1
5	180.000	742.000	199.000	735.000	1
6	32.000	753.500	40.500	757.500	2
7	40.500	757.500	92.400	773.000	2
8	92.400	773.000	176.000	744.500	2
9	176.000	744.500	180.000	742.200	2
10	32.000	752.000	40.500	752.500	3
11	40.500	752.500	92.400	752.000	3
12	92.400	752.000	140.000	749.000	3
13	140.000	749.000	176.000	743.500	3
14	176.000	743.500	180.000	742.200	3
15	32.000	751.500	40.500	752.000	4
16	40.500	752.000	92.400	743.000	4
17	92.400	743.000	96.000	742.000	4
18	32.000	751.000	40.500	751.500	5
19	40.500	751.500	92.400	742.500	5
20	96.000	742.000	140.000	736.000	4
21	140.000	736.000	216.000	729.000	4
22	216.000	729.000	230.000	729.000	4
23	32.000	750.500	40.500	751.000	6
24	40.500	751.000	92.400	742.000	6
25	92.400	742.000	140.000	735.500	6
26	140.000	735.500	216.000	728.500	6
27	216.000	728.500	230.000	728.500	6
28	32.000	720.000	230.000	720.000	7

Prof. Ast Ingenieures. f. Geotechnik u. Projektsteuerung mbH

Anlage 1/ A1

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 3 von 3 Seiten

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	32.000	751.000
2	40.500	751.500
3	92.400	743.500
4	140.000	737.000
5	216.000	730.000
6	216.500	729.000
7	230.000	729.000

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

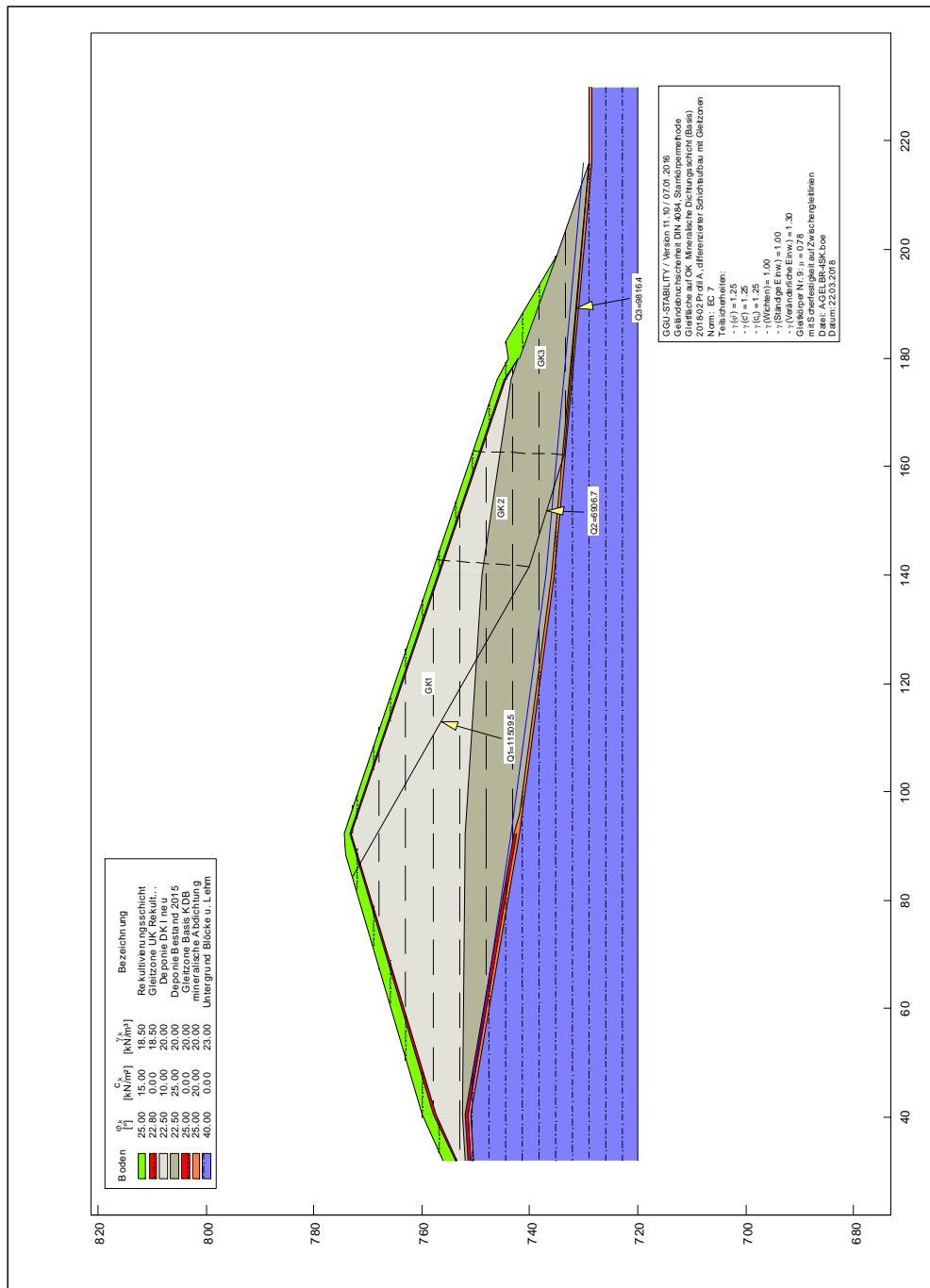
x / y (Anfang): 126.5819 751.0229

x / y (Ende): 127.8700 728.8685

Anzahl Radian = 40

Ungünstigster Gleitkreis

Kreis	xm	ym	Radius	Lamellen	μ
	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]
61	156.9255	850.2022	102.5025	50	0.7796
Zähler = 357866.399		Nenner = 459027.192			



Prof. Ast Ingenieures. f. Geotechnik u. Projektsteuerung mbH

Anlage 1/ A2

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 1 von 3 Seiten

GGU-STABILITY / Version 11.10 / 07.01.2016

Böschungsberechnung nach EC 7
mit Starrkörperbruchmechanismen

Geländebruchsicherheit DIN 4084, Starrkörpermethode
Gleitfläche auf OK Mineralische Dichtungsschicht (Basis)
Datei: A-GELBR-4SK.boe

Datum: 22.03.2018

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) = 1.25

- gam(c') = 1.25

- gam(cu) = 1.25

- gam(Wichten) = 1.00

- gam(Ständige Einw.) = 1.00

- gam(Veränderliche Einw.) = 1.30

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr. [-]	x [m]	y [m]
1	32.000	756.000
2	40.500	760.000
3	88.500	774.000
4	92.400	774.500
5	176.000	746.000
6	180.000	744.000
7	183.000	744.500
8	199.000	735.000
9	216.000	729.000
10	230.000	729.000

Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien berücksichtigt.

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden [-]	phi,k [°]	c,k [kN/m²]	gamma,k [kN/m³]	Bezeichnung
1	25.00	15.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	22.80	0.00	18.50	Gleitzone UK Rekult...
3	22.50	10.00	20.00	Deponie DK I neu
4	22.50	25.00	20.00	Deponie Bestand 2015

Anlage 1/ A2

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 2 von 3 Seiten

5	25.00	0.00	20.00	Gleitzone Basis KDB
6	25.00	20.00	20.00	mineralische Abdichtung
7	40.00	0.00	23.00	Untergrund Blöcke u. Lehm

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	phi,d	c,d	gamma,d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	20.46	12.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	18.59	0.00	18.50	Gleitzone UK Rekult...
3	18.33	8.00	20.00	Deponie DK I neu
4	18.33	20.00	20.00	Deponie Bestand 2015
5	20.46	0.00	20.00	Gleitzone Basis KDB
6	20.46	16.00	20.00	mineralische Abdichtung
7	33.87	0.00	23.00	Untergrund Blöcke u. Lehm

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	32.000	753.800	40.500	757.800	1
2	40.500	757.800	92.400	773.300	1
3	92.400	773.300	176.000	744.800	1
4	176.000	744.800	180.000	742.200	1
5	180.000	742.000	199.000	735.000	1
6	32.000	753.500	40.500	757.500	2
7	40.500	757.500	92.400	773.000	2
8	92.400	773.000	176.000	744.500	2
9	176.000	744.500	180.000	742.200	2
10	32.000	752.000	40.500	752.500	3
11	40.500	752.500	92.400	752.000	3
12	92.400	752.000	140.000	749.000	3
13	140.000	749.000	176.000	743.500	3
14	176.000	743.500	180.000	742.200	3
15	32.000	751.500	40.500	752.000	4
16	40.500	752.000	92.400	743.000	4
17	92.400	743.000	96.000	742.000	4
18	32.000	751.000	40.500	751.500	5
19	40.500	751.500	92.400	742.500	5
20	96.000	742.000	140.000	736.000	4
21	140.000	736.000	216.000	729.000	4
22	216.000	729.000	230.000	729.000	4
23	32.000	750.500	40.500	751.000	6
24	40.500	751.000	92.400	742.000	6
25	92.400	742.000	140.000	735.500	6
26	140.000	735.500	216.000	728.500	6
27	216.000	728.500	230.000	728.500	6
28	32.000	720.000	230.000	720.000	7

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	32.000	751.000
2	40.500	751.500
3	92.400	743.500
4	140.000	737.000
5	216.000	730.000

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

gamma Wasser [kN/m³] = 10.000

Ergebnisse

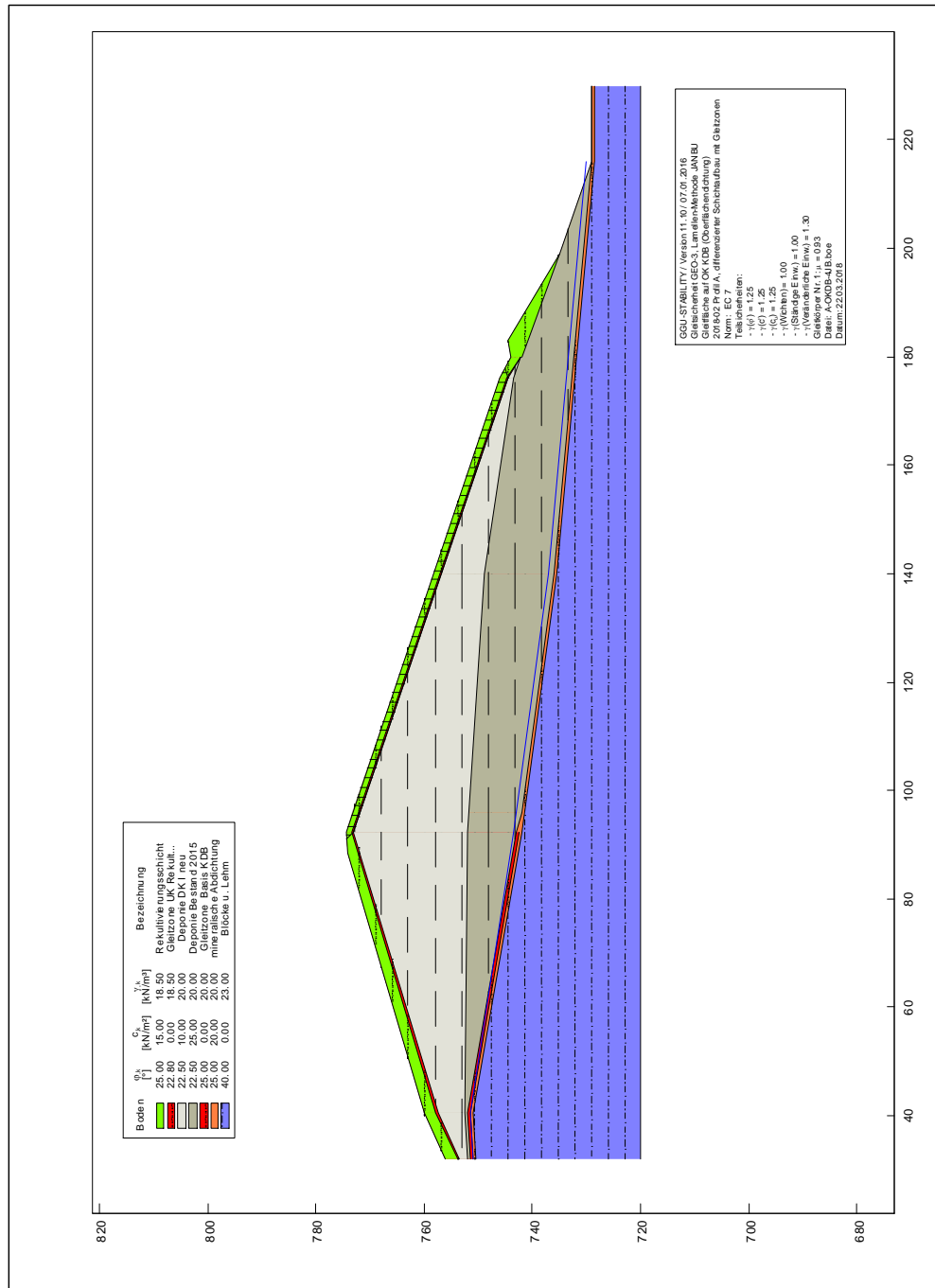
Ungünstigster Gleitkörper Nr. 9

$\mu = 0.779$

dTh($\mu = 1.0$) = 2346.729

Koordinaten

x	y	xzw	yzw
[m]	[m]	[m]	[m]
84.251	772.761		
141.609	740.108	142.707	757.350
162.175	733.582	162.855	750.481
216.000	729.000		



Prof. Ast Ingenieures. f. Geotechnik u. Projektsteuerung mbH

Anlage 1/ A3

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 1 von 3 Seiten

GGU-STABILITY / Version 11.10 / 07.01.2016

Böschungsberechnung nach EC 7
mit polygonalen Gleitflächen

Gleitsicherheit GEO-3, Lamellen-Methode JANBU
Gleitfläche auf OK KDB (Oberflächendichtung)
Datei: A-OKDB-4JB.boe

Datum: 22.03.2018

Parameterliste

phi [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

gamma [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

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

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr. [-]	x [m]	y [m]
1	32.000	756.000
2	40.500	760.000
3	88.500	774.000
4	92.400	774.500
5	176.000	746.000
6	180.000	744.000
7	183.000	744.500
8	199.000	735.000
9	216.000	729.000
10	230.000	729.000

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden [-]	phi,k [°]	c,k [kN/m²]	gamma,k [kN/m³]	Bezeichnung
1	25.00	15.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	22.80	0.00	18.50	Gleitzone UK Rekult...
3	22.50	10.00	20.00	Deponie DK I neu
4	22.50	25.00	20.00	Deponie Bestand 2015
5	25.00	0.00	20.00	Gleitzone Basis KDB
6	25.00	20.00	20.00	mineralische Abdichtung
7	40.00	0.00	23.00	Blöcke u. Lehm

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	phi,d	c,d	gamma,d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	20.46	12.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	18.59	0.00	18.50	Gleitzone UK Rekult...
3	18.33	8.00	20.00	Deponie DK I neu
4	18.33	20.00	20.00	Deponie Bestand 2015
5	20.46	0.00	20.00	Gleitzone Basis KDB
6	20.46	16.00	20.00	mineralische Abdichtung
7	33.87	0.00	23.00	Blöcke u. Lehm

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	32.000	753.800	40.500	757.800	1
2	40.500	757.800	92.400	773.300	1
3	92.400	773.300	176.000	744.800	1
4	176.000	744.800	180.000	742.200	1
5	180.000	742.000	199.000	735.000	1
6	32.000	753.500	40.500	757.500	2
7	40.500	757.500	92.400	773.000	2
8	92.400	773.000	176.000	744.500	2
9	176.000	744.500	180.000	742.200	2
10	32.000	752.000	40.500	752.500	3
11	40.500	752.500	92.400	752.000	3
12	92.400	752.000	140.000	749.000	3
13	140.000	749.000	176.000	743.500	3
14	176.000	743.500	180.000	742.200	3
15	32.000	751.500	40.500	752.000	4
16	40.500	752.000	92.400	743.000	4
17	92.400	743.000	96.000	742.000	4
18	32.000	751.000	40.500	751.500	5
19	40.500	751.500	92.400	742.500	5
20	96.000	742.000	140.000	736.000	4
21	140.000	736.000	216.000	729.000	4
22	216.000	729.000	230.000	729.000	4
23	32.000	750.500	40.500	751.000	6
24	40.500	751.000	92.400	742.000	6
25	92.400	742.000	140.000	735.500	6
26	140.000	735.500	216.000	728.500	6
27	216.000	728.500	230.000	728.500	6
28	32.000	720.000	230.000	720.000	7

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	32.000	751.000
2	40.500	751.500
3	92.400	743.500
4	140.000	737.000

Prof. Ast Ingenieures. f. Geotechnik u. Projektsteuerung mbH

Anlage 1/ A3

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 3 von 3 Seiten

5 216.000 730.000

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. 1

μ = 0.932

Zähler = 801.735

Nenner = 859.934

H(Ti) = 859.934

H(R) = 0.000

H(Gi) = 801.735

H(S) = 0.000

Lamellen = 50

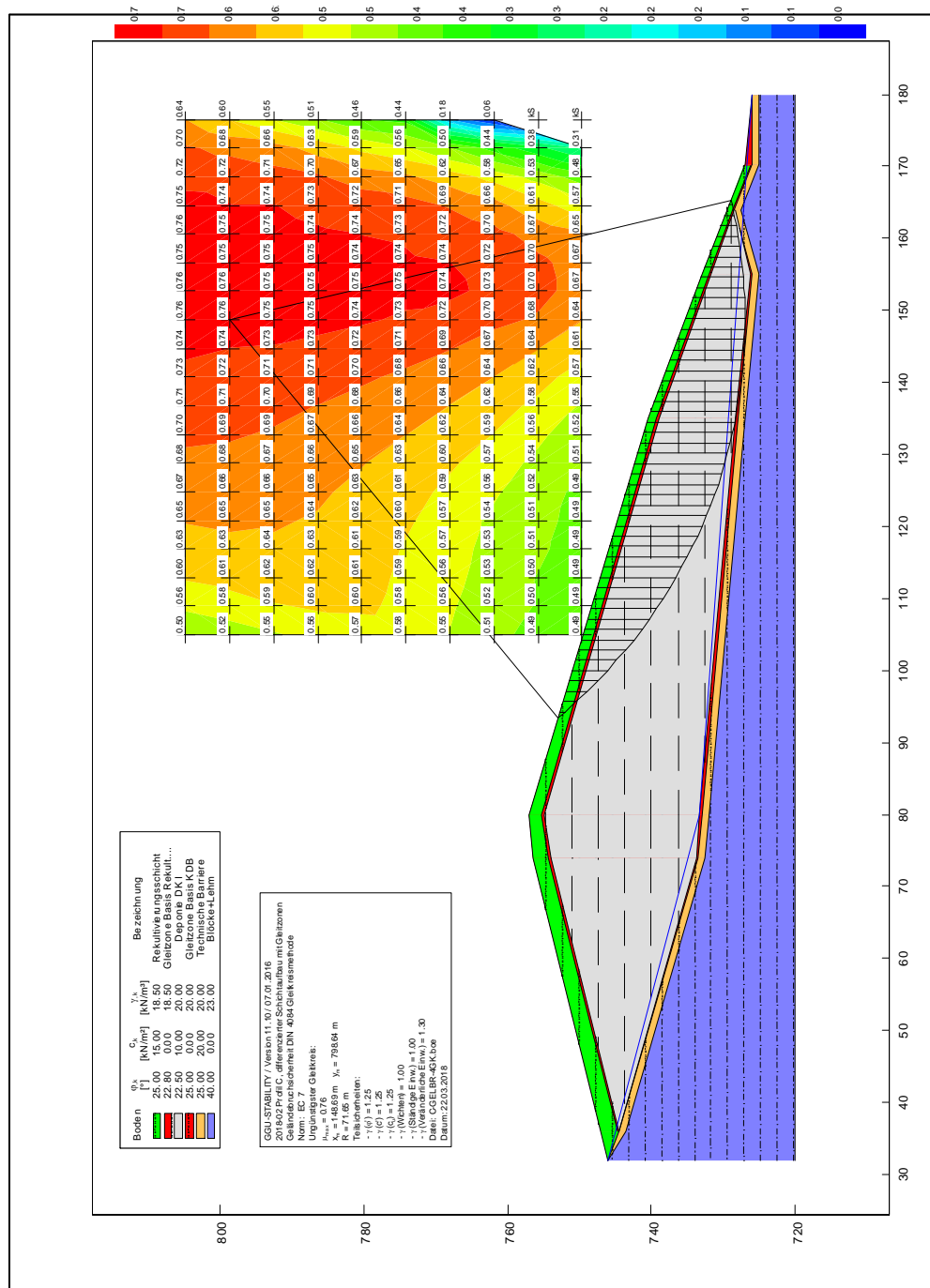
Koordinaten

x	y
[m]	[m]
91.072	774.330
92.400	773.000
176.000	744.500
177.906	745.047

PROFIL C

- C 1 Berechnung mit kreisförmigen Gleitlinien
nach dem Lamellenverfahren nach DIN 4084 (Bishop)
- C 2 Berechnung mit einem zusammengesetzten Bruchmechanismus,
– Programmbezeichnung: Starrkörpermethode –
Gleitfläche über der KDB der Basis-Abdichtung,
mit dem Verfahren eines zusammengesetzten Bruchmechanismus
mit geraden Gleitlinien nach DIN 4084,
- C 3 Gleitsicherheit der Rekultivierungsschicht auf der Deponieböschung
mit geradlinigen Gleitlinien nach dem Lamellenverfahren nach DIN 4084
(Janbu), Gleitfläche auf der geotextilen, filterstabilen Trennschicht

ANGLAGE 1/ C .1



Prof. Ast Ingenieures. f. Geotechnik u. Projektsteuerung mbH

Anlage 1/ C.1

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 1 von 3 Seiten

GGU-STABILITY / Version 11.10 / 07.01.2016

Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

2018-02 Profil C, differenzierter Schichtaufbau mit Gleitzonen
Geländebruchsicherheit DIN 4084 Gleitkreismethode
Datei: C-GELBR-4GK.boe

Datum: 22.03.2018

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) = 1.25
- gam(c') = 1.25
- gam(cu) = 1.25
- gam(Wichten) = 1.00
- gam(Ständige Einw.) = 1.00
- gam(Veränderliche Einw.) = 1.30

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	31.900	746.100
2	74.000	756.500
3	80.000	757.000
4	135.000	740.500
5	155.000	733.000
6	164.000	729.500
7	170.300	727.000
8	180.000	726.000

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	phi,k	c,k	gamma,k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	25.00	15.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	22.80	0.00	18.50	Gleitzone Basis Rekult....
3	22.50	10.00	20.00	Deponie DK I
4	25.00	0.00	20.00	Gleitzone Basis KDB
5	25.00	20.00	20.00	Technische Barriere
6	40.00	0.00	23.00	Blöcke+Lehm

Anlage 1/ C.1

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 2 von 3 Seiten

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	phi,d	c,d	gamma,d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	20.46	12.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	18.59	0.00	18.50	Gleitzone Basis Rekult....
3	18.33	8.00	20.00	Deponie DK I
4	20.46	0.00	20.00	Gleitzone Basis KDB
5	20.46	16.00	20.00	Technische Barriere
6	33.87	0.00	23.00	Blöcke+Lehm

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	31.900	746.100	36.000	744.500	1
2	36.000	744.800	74.000	754.300	1
3	74.000	754.300	80.000	755.300	1
4	80.000	755.300	135.000	739.300	1
5	135.000	739.300	164.000	728.800	1
6	164.000	728.800	170.000	726.300	1
7	170.300	726.000	180.000	726.000	2
8	74.000	754.000	80.000	755.000	2
9	80.000	755.000	135.000	739.000	2
10	135.000	739.000	164.000	728.500	2
11	164.000	728.500	170.300	726.000	2
12	36.000	744.500	74.000	754.000	2
13	36.000	744.500	74.000	733.800	3
14	74.000	733.800	80.000	733.300	3
15	80.000	733.300	135.000	728.300	3
16	135.000	728.300	155.000	726.300	3
17	155.000	726.300	164.000	728.380	3
18	36.000	744.500	74.000	733.500	4
19	74.000	733.500	80.000	733.000	4
20	80.000	733.000	135.000	728.000	4
21	135.000	728.000	155.000	726.000	4
22	155.000	726.000	161.429	727.786	4
23	31.900	746.100	36.000	743.500	5
24	36.000	743.500	74.000	732.500	5
25	74.000	732.500	80.000	732.000	5
26	80.000	732.000	135.000	727.000	5
27	135.000	727.000	155.000	725.000	5
28	155.000	725.000	164.000	727.500	5
29	164.000	727.500	170.300	725.000	5
30	170.300	725.000	180.000	725.000	5
31	31.900	720.000	180.000	720.000	6

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	31.900	746.000
2	80.000	733.300
3	180.000	726.000

Prof. Ast Ingenieures. f. Geotechnik u. Projektsteuerung mbH

Anlage 1/ C.1

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 3 von 3 Seiten

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): 100.5258 741.8286

x / y (Ende): 100.7185 726.9918

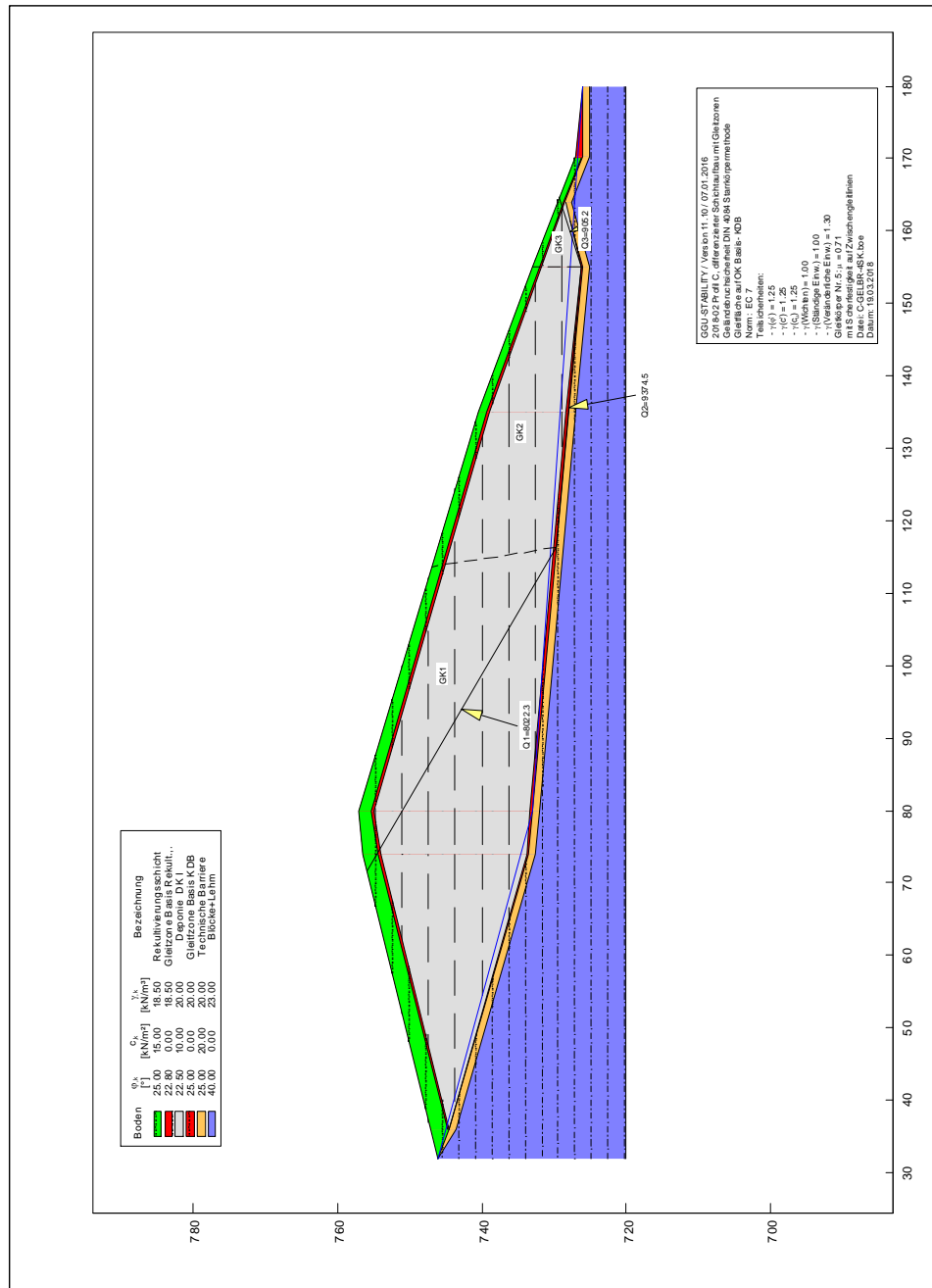
Anzahl Radian = 40

Ungünstigster Gleitkreis

Kreis	xm [m]	ym [m]	Radius [m]	Lamellen [-]	μ [-]
112	148.6872	798.6430	71.6512	50	0.7594

Zähler = 243527.400 Nenner = 320693.889

ANGLAGE 1/ C .2



Prof. Ast Ingenieures. f. Geotechnik u. Projektsteuerung mbH

Anlage 1/ C.2

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 1 von 3 Seiten

GGU-STABILITY / Version 11.10 / 07.01.2016

Böschungsberechnung nach EC 7
mit Starrkörperbruchmechanismen

2018-02 Profil C, differenzierter Schichtaufbau mit Gleitzonen
Geländebruchsicherheit DIN 4084 Starrkörpermethode
Datei: C-GELBR-4SK.boe

Datum: 19.03.2018

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) = 1.25

- gam(c') = 1.25

- gam(cu) = 1.25

- gam(Wichten) = 1.00

- gam(Ständige Einw.) = 1.00

- gam(Veränderliche Einw.) = 1.30

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr. [-]	x [m]	y [m]
1	31.900	746.100
2	74.000	756.500
3	80.000	757.000
4	135.000	740.500
5	155.000	733.000
6	164.000	729.500
7	170.300	727.000
8	180.000	726.000

Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien berücksichtigt.

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden [-]	phi,k [°]	c,k [kN/m²]	gamma,k [kN/m³]	Bezeichnung
1	25.00	15.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	22.80	0.00	18.50	Gleitzone Basis Rekult.,.
3	22.50	10.00	20.00	Deponie DK I
4	25.00	0.00	20.00	Gleitfzone Basis KDB
5	25.00	20.00	20.00	Technische Barriere
6	40.00	0.00	23.00	Blöcke+Lehm

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	phi,d	c,d	gamma,d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	20.46	12.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	18.59	0.00	18.50	Gleitzone Basis Rekult.,.
3	18.33	8.00	20.00	Deponie DK I
4	20.46	0.00	20.00	Gleitfzone Basis KDB
5	20.46	16.00	20.00	Technische Barriere
6	33.87	0.00	23.00	Blöcke+Lehm

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	31.900	746.100	36.000	744.500	1
2	36.000	744.800	74.000	754.300	1
3	74.000	754.300	80.000	755.300	1
4	80.000	755.300	135.000	739.300	1
5	135.000	739.300	164.000	728.800	1
6	164.000	728.800	170.000	726.300	1
7	170.300	726.000	180.000	726.000	2
8	74.000	754.000	80.000	755.000	2
9	80.000	755.000	135.000	739.000	2
10	135.000	739.000	164.000	728.500	2
11	164.000	728.500	170.300	726.000	2
12	36.000	744.500	74.000	754.000	2
13	36.000	744.500	74.000	733.800	3
14	74.000	733.800	80.000	733.300	3
15	80.000	733.300	135.000	728.300	3
16	135.000	728.300	155.000	726.300	3
17	155.000	726.300	164.000	728.380	3
18	36.000	744.500	74.000	733.500	4
19	74.000	733.500	80.000	733.000	4
20	80.000	733.000	135.000	728.000	4
21	135.000	728.000	155.000	726.000	4
22	155.000	726.000	161.429	727.786	4
23	31.900	746.100	36.000	743.500	5
24	36.000	743.500	74.000	732.500	5
25	74.000	732.500	80.000	732.000	5
26	80.000	732.000	135.000	727.000	5
27	135.000	727.000	155.000	725.000	5
28	155.000	725.000	164.000	727.500	5
29	164.000	727.500	170.300	725.000	5
30	170.300	725.000	180.000	725.000	5
31	31.900	720.000	180.000	720.000	6

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	31.900	746.000
2	80.000	733.000

Prof. Ast Ingenieures. f. Geotechnik u. Projektsteuerung mbH

Anlage 1/ C.2

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 3 von 3 Seiten

3 180.000 726.000

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

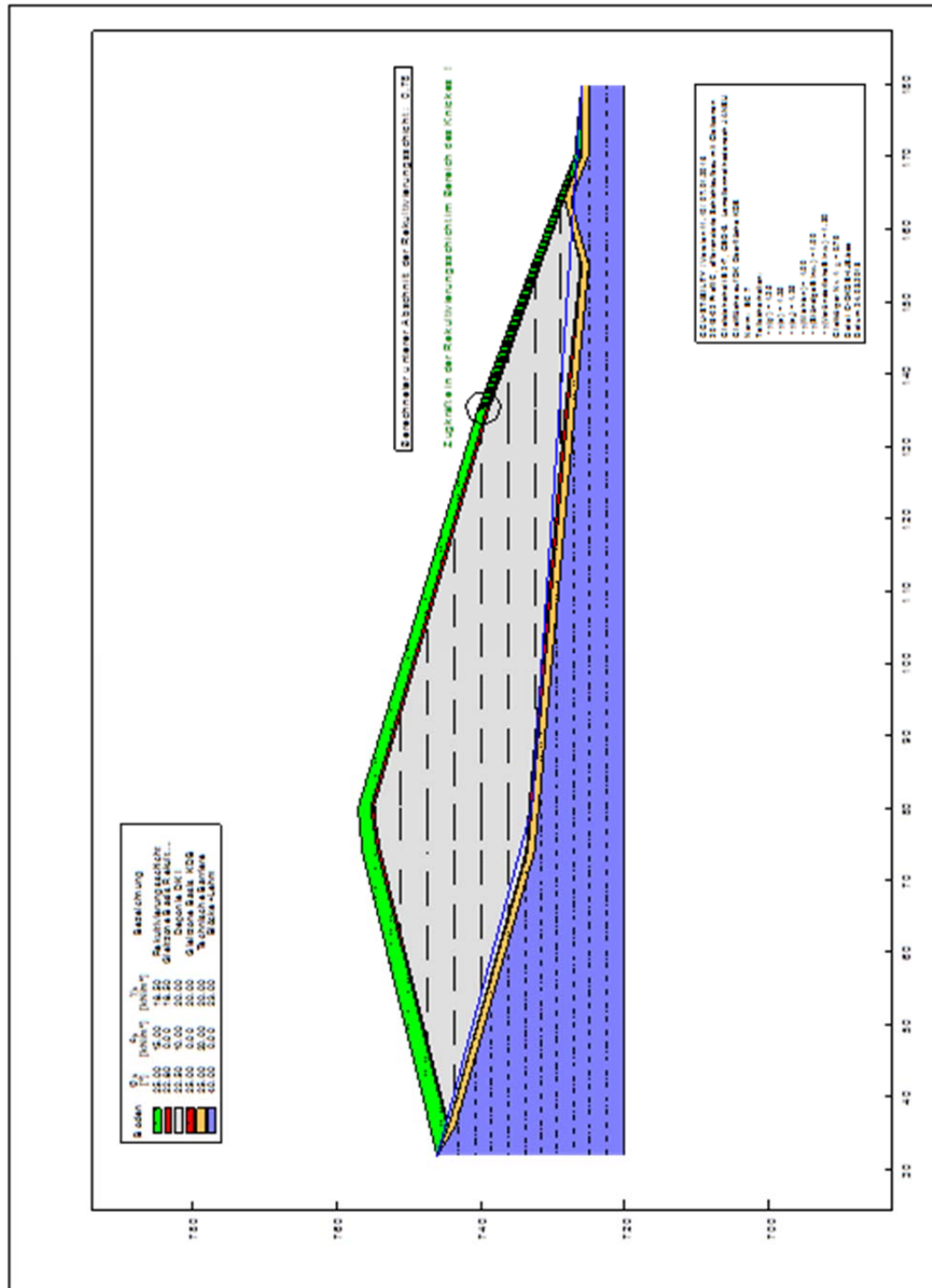
$\mu = 0.711$

dTh($\mu = 1.0$) = 1706.811

Koordinaten

x [m]	y [m]	xzw [m]	yzw [m]
71.697	755.931		
116.326	729.689	113.650	746.905
155.000	726.300	155.000	733.000
164.611	729.257		

ANGLAGE 1/ C .3



Prof. Ast Ingenieures. f. Geotechnik u. Projektsteuerung mbH

Anlage 1/ C.3

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 1 von 3 Seiten

GGU-STABILITY / Version 11.10 / 07.01.2016

Böschungsberechnung nach EC 7
mit polygonalen Gleitflächen

2018-02 Profil C, differenzierte Schichtaufbau mit Gleitzonen
Gleitsicherheit E 2-7, GEO-3. Lamellenmethode nach JANBU
Datei: C-OKDB-4JB.boe

Datum: 24.03.2018

Parameterliste

phi [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

gamma [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

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

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr. [-]	x [m]	y [m]
1	31.900	746.100
2	74.000	756.500
3	80.000	757.000
4	135.000	740.500
5	155.000	733.000
6	164.000	729.500
7	170.300	727.000
8	180.000	726.000

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden [-]	phi,k [°]	c,k [kN/m²]	gamma,k [kN/m³]	Bezeichnung
1	25.00	15.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	22.80	0.00	18.50	Gleitzone Basis Rekult....
3	22.50	10.00	20.00	Deponie DK I
4	25.00	0.00	20.00	Gleitzone Basis KDB
5	25.00	20.00	20.00	Technische Barriere
6	40.00	0.00	23.00	Blöcke+Lehm

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	phi,d	c,d	gamma,d	Bezeichnung
-------	-------	-----	---------	-------------

Anlage 1/ C.3

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 2 von 3 Seiten

[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	20.46	12.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	18.59	0.00	18.50	Gleitzone Basis Rekult....
3	18.33	8.00	20.00	Deponie DK I
4	20.46	0.00	20.00	Gleitzone Basis KDB
5	20.46	16.00	20.00	Technische Barriere
6	33.87	0.00	23.00	Blöcke+Lehm

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	31.900	746.100	36.000	744.500	1
2	36.000	744.800	74.000	754.300	1
3	74.000	754.300	80.000	755.300	1
4	80.000	755.300	135.000	739.300	1
5	135.000	739.300	164.000	728.800	1
6	164.000	728.800	170.000	726.300	1
7	170.000	726.300	180.000	726.000	1
8	164.000	728.500	170.300	726.000	2
9	74.000	754.000	80.000	755.000	2
10	80.000	755.000	135.000	739.000	2
11	135.000	739.000	164.000	728.500	2
12	170.000	726.000	180.000	726.000	2
13	36.000	744.500	74.000	754.000	2
14	36.000	744.500	74.000	733.800	3
15	74.000	733.800	80.000	733.300	3
16	80.000	733.300	135.000	728.300	3
17	135.000	728.300	155.000	726.300	3
18	155.000	726.300	164.000	728.380	3
19	36.000	744.500	74.000	733.500	4
20	74.000	733.500	80.000	733.000	4
21	80.000	733.000	135.000	728.000	4
22	135.000	728.000	155.000	726.000	4
23	155.000	726.000	161.429	727.786	4
24	31.900	746.100	36.000	743.500	5
25	36.000	743.500	74.000	732.500	5
26	74.000	732.500	80.000	732.000	5
27	80.000	732.000	135.000	727.000	5
28	135.000	727.000	155.000	725.000	5
29	155.000	725.000	164.000	727.500	5
30	164.000	727.500	170.300	725.000	5
31	170.300	725.000	180.000	725.000	5
32	31.900	720.000	180.000	720.000	6

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	31.900	746.000
2	80.000	733.000
3	180.000	726.000

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

gamma Wasser [kN/m³] = 10.000

Ergebnisse

Gleitkörper Nr. 1

μ = 0.787

Zähler = 258.018

Nenner = 327.943

H(Ti) = 327.943

H(R) = 0.000

H(Gi) = 258.018

H(S) = 0.000

Lamellen = 100

Koordinaten

x	y
[m]	[m]
135.000	740.500
135.643	739.010
164.000	728.500
170.300	727.000

Gleitkörper Nr. 2

μ = 0.780

Zähler = 540.078

Nenner = 692.270

H(Ti) = 692.270

H(R) = 0.000

H(Gi) = 540.078

H(S) = 0.000

Lamellen = 100

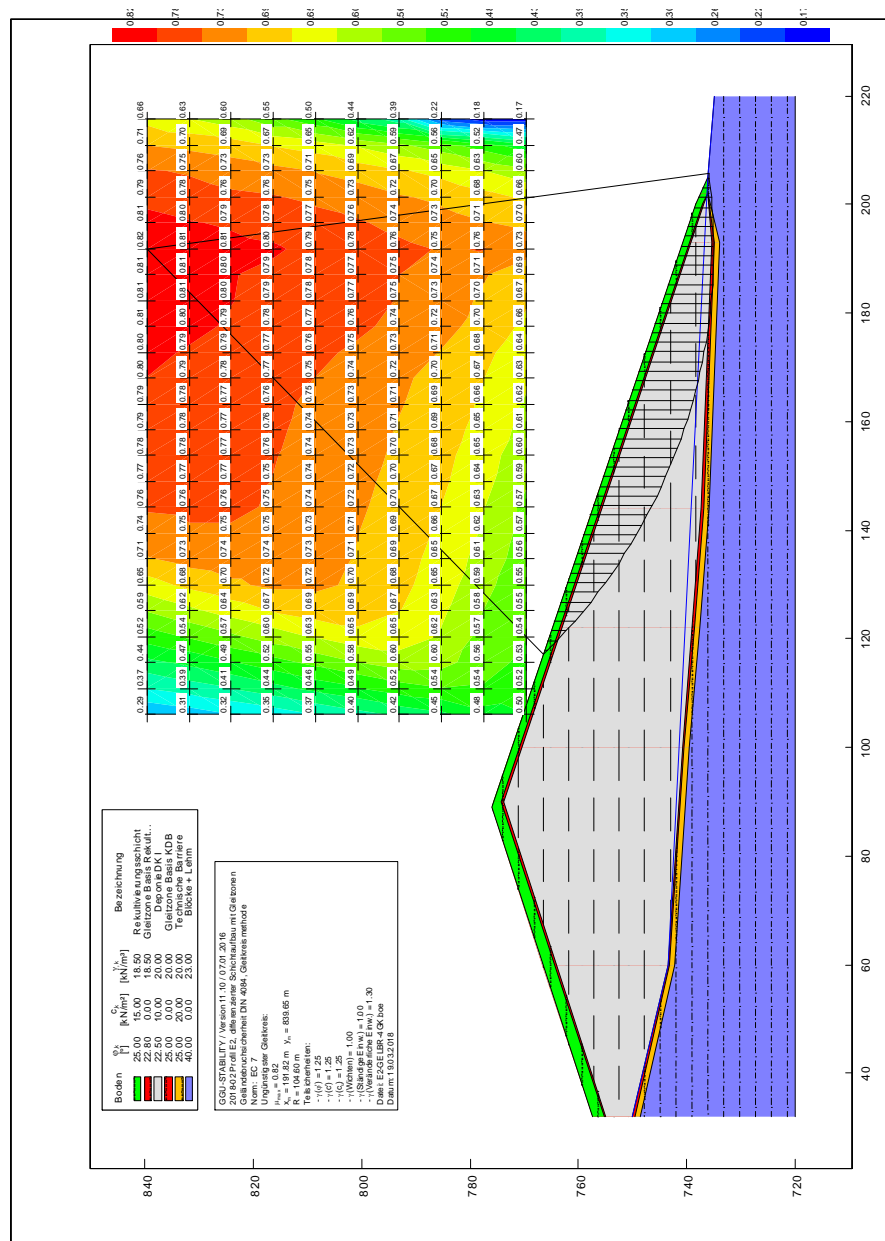
Koordinaten

x	y
[m]	[m]
78.626	756.885
80.000	755.000
135.000	739.000
136.539	739.923

PROFIL E2

- E2. 1 Berechnung mit kreisförmigen Gleitlinien
nach dem Lamellenverfahren nach DIN 4084 (Bishop)
- E2. 2 Berechnung mit einem zusammengesetzten Bruchmechanismus,
– Programmbezeichnung: Starrkörpermethode –
Gleitfläche über der KDB der Basis-Abdichtung,
mit dem Verfahren eines zusammengesetzten Bruchmechanismus
mit geraden Gleitlinien nach DIN 4084,
- E2. 3 Gleitsicherheit der Rekultivierungsschicht auf der Deponieböschung
mit geradlinigen Gleitlinien nach dem Lamellenverfahren nach DIN 4084
(Janbu), Gleitfläche auf der geotextilen, filterstabilen Trennschicht

ANGLAGE 1/ E2.1



Prof. Ast Ingenieures. f. Geotechnik u. Projektsteuerung mbH

Anlage 1/ E2.1

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 1 von 3 Seiten

GGU-STABILITY / Version 11.10 / 07.01.2016

Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

2018-02 Profil E2, differenzierter Schichtaufbau mit Gleitzonen
Datei: E2-GELBR-4GK.boe

Datum: 19.03.2018

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) = 1.25
- gam(c') = 1.25
- gam(cu) = 1.25
- gam(Wichten) = 1.00
- gam(Ständige Einw.) = 1.00
- gam(Veränderliche Einw.) = 1.30

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	32.000	757.500
2	89.000	776.000
3	200.000	738.400
4	205.000	736.000
5	220.000	735.000

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	phi,k	c,k	gamma,k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	25.00	15.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	22.80	0.00	18.50	Gleitzone Basis Rekult...
3	22.50	10.00	20.00	DeponieDK I
4	25.00	0.00	20.00	Gleitzone Basis KDB
5	25.00	20.00	20.00	Technische Barriere
6	40.00	0.00	23.00	Blöcke + Lehm

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	phi,d	c,d	gamma,d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	20.46	12.00	18.50	Rekultivierungsschicht

Anlage 1/ E2.1

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 2 von 3 Seiten

2	18.59	0.00	18.50	Gleitzone Basis Rekult...
3	18.33	8.00	20.00	DeponieDK I
4	20.46	0.00	20.00	Gleitzone Basis KDB
5	20.46	16.00	20.00	Technische Barriere
6	33.87	0.00	23.00	Blöcke + Lehm

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	32.000	755.300	90.000	774.200	1
2	90.000	774.200	200.000	737.200	1
3	200.000	737.200	202.000	736.000	1
4	32.000	755.000	90.000	773.900	2
5	90.000	773.900	200.000	736.900	2
6	200.000	736.900	202.000	736.000	2
7	202.000	736.000	205.000	736.000	1
8	32.000	750.000	60.000	743.500	3
9	60.000	743.500	100.000	740.800	3
10	100.000	740.800	122.000	739.100	3
11	122.000	739.100	144.000	737.300	3
12	144.000	737.300	193.000	735.300	3
13	193.000	735.300	202.000	736.000	3
14	32.000	749.500	60.000	743.200	4
15	60.000	743.200	100.000	740.500	4
16	100.000	740.500	122.000	738.600	4
17	122.000	738.600	144.000	736.800	4
18	144.000	736.800	193.000	734.800	4
19	193.000	734.800	202.000	736.000	4
20	32.000	748.500	60.000	742.200	5
21	60.000	742.200	100.000	739.500	5
22	100.000	739.500	122.000	737.600	5
23	122.000	737.600	144.000	735.800	5
24	144.000	735.800	193.000	733.800	5
25	193.000	733.800	202.000	736.000	5
26	32.000	720.000	220.000	720.000	6

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	32.000	750.000
2	60.000	743.500
3	205.000	736.000
4	220.000	735.000

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

Prof. Ast Ingenieures. f. Geotechnik u. Projektsteuerung mbH

Anlage 1/ E2.1

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 3 von 3 Seiten

Berechnung mit Berücksichtigung des aktiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Horizontale Tangenten

x / y (Anfang): 131.8336 755.4052

x / y (Ende): 132.3228 733.3914

Anzahl Radian = 40

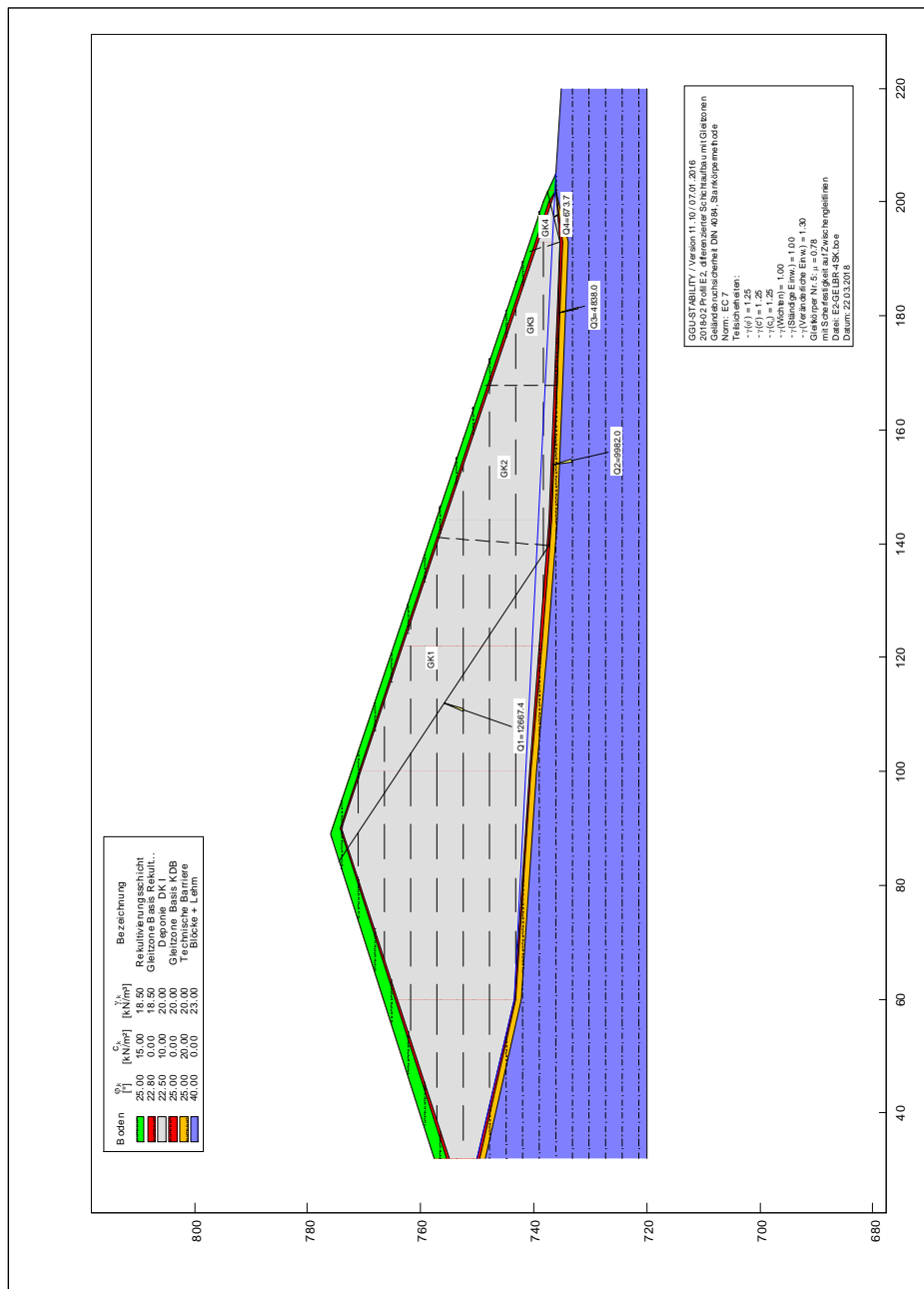
Ungünstigster Gleitkreis

Kreis	xm	ym	Radius	Lamellen	μ
	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]
181	191.8213	839.6450	104.6026	50	0.8181

Zähler = 448490.991 Nenner = 548212.480

STANDSICHERHEITSBERECHNUNGEN Deponie „Unter Kaltenbuch“

ANGLAGE 1/ E 2.2



Prof. Ast Ingenieures. f. Geotechnik u. Projektsteuerung mbH

Anlage 1/ E2.2

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 1 von 3 Seiten

GGU-STABILITY / Version 11.10 / 07.01.2016

Böschungsberechnung nach EC 7
mit Starrkörperbruchmechanismen

2018-02 Profil E2, differenzierter Schichtaufbau mit Gleitzonen
Datei: E2-GELBR-4SK.boe

Datum: 22.03.2018

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)= 1.25

- gam(c') = 1.25

- gam(cu) = 1.25

- gam(Wichten) = 1.00

- gam(Ständige Einw.) = 1.00

- gam(Veränderliche Einw.) = 1.30

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr. [-]	x [m]	y [m]
1	32.000	757.500
2	89.000	776.000
3	200.000	738.400
4	205.000	736.000
5	220.000	735.000

Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien berücksichtigt.

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden [-]	phi,k [°]	c,k [kN/m²]	gamma,k [kN/m³]	Bezeichnung
1	25.00	15.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	22.80	0.00	18.50	Gleitzone Basis Rekult...
3	22.50	10.00	20.00	Deponie DK I
4	25.00	0.00	20.00	Gleitzone Basis KDB
5	25.00	20.00	20.00	Technische Barriere
6	40.00	0.00	23.00	Blöcke + Lehm

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden [-]	phi,d [°]	c,d [kN/m²]	gamma,d [kN/m³]	Bezeichnung
--------------	--------------	----------------	--------------------	-------------

Anlage 1/ E2.2

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 2 von 3 Seiten

1	20.46	12.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	18.59	0.00	18.50	Gleitzone Basis Rekult...
3	18.33	8.00	20.00	Deponie DK I
4	20.46	0.00	20.00	Gleitzone Basis KDB
5	20.46	16.00	20.00	Technische Barriere
6	33.87	0.00	23.00	Blöcke + Lehm

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	32.000	755.300	90.000	774.200	1
2	90.000	774.200	200.000	737.200	1
3	200.000	737.200	202.000	736.000	1
4	32.000	755.000	90.000	773.900	2
5	90.000	773.900	200.000	736.900	2
6	200.000	736.900	202.000	736.000	2
7	202.000	736.000	205.000	736.000	1
8	32.000	750.000	60.000	743.500	3
9	60.000	743.500	100.000	740.800	3
10	100.000	740.800	122.000	739.100	3
11	122.000	739.100	144.000	737.300	3
12	144.000	737.300	193.000	735.300	3
13	193.000	735.300	202.000	736.000	3
14	32.000	749.500	60.000	743.200	4
15	60.000	743.200	100.000	740.500	4
16	100.000	740.500	122.000	738.600	4
17	122.000	738.600	144.000	736.800	4
18	144.000	736.800	193.000	734.800	4
19	193.000	734.800	202.000	736.000	4
20	32.000	748.500	60.000	742.200	5
21	60.000	742.200	100.000	739.500	5
22	100.000	739.500	122.000	737.600	5
23	122.000	737.600	144.000	735.800	5
24	144.000	735.800	193.000	733.800	5
25	193.000	733.800	202.000	736.000	5
26	32.000	720.000	220.000	720.000	6

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	32.000	750.000
2	60.000	743.500
3	205.000	736.000

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

gamma Wasser [kN/m³] = 10.000

Ergebnisse

Prof. Ast Ingenieures. f. Geotechnik u. Projektsteuerung mbH

Anlage 1/ E2.2

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 3 von 3 Seiten

Ungünstigster Gleitkörper Nr. 5

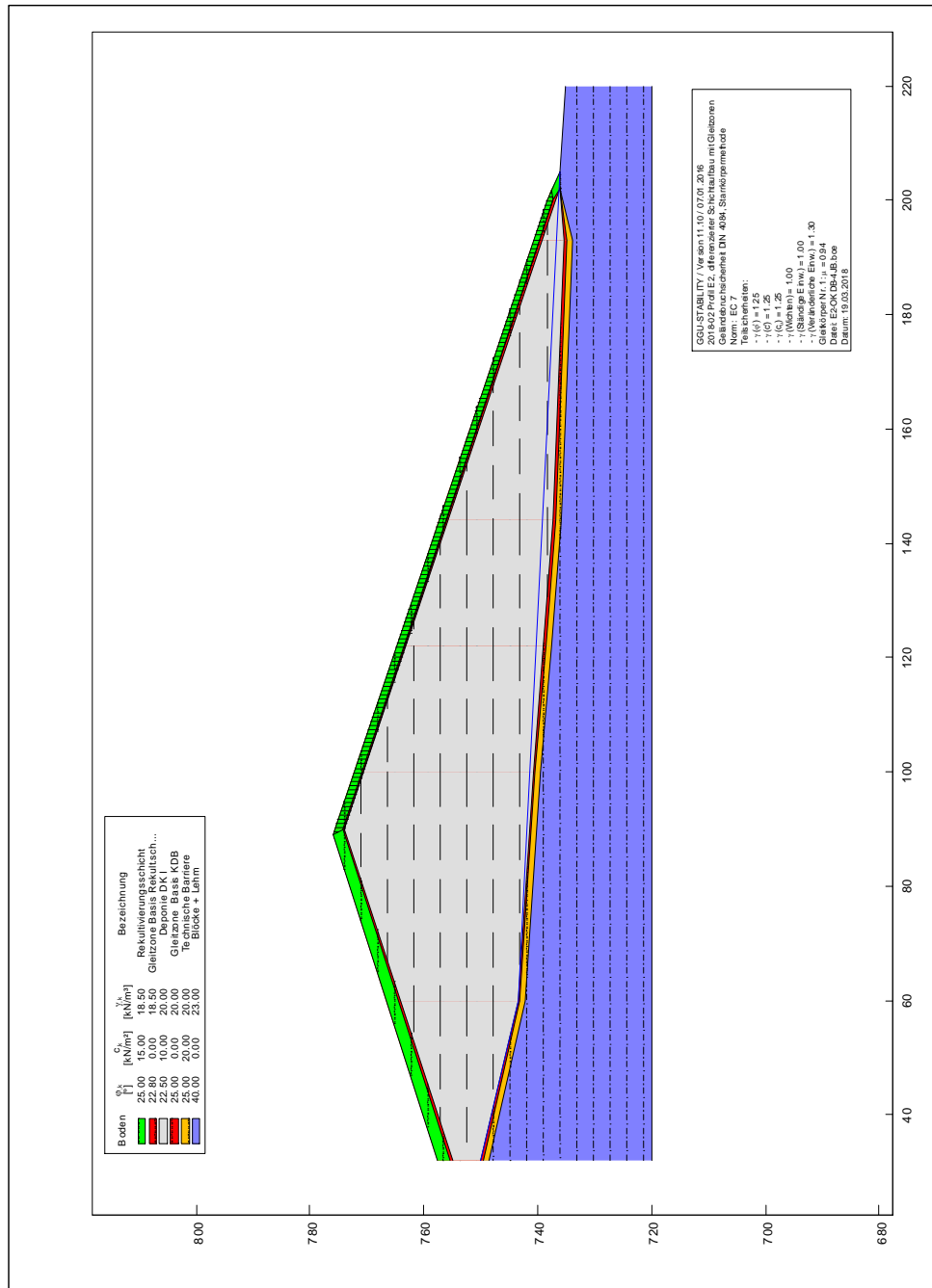
$\mu = 0.779$

$dTh(\mu = 1.0) = 2159.872$

Koordinaten

x [m]	y [m]	xzw [m]	yzw [m]
84.228	774.451		
139.783	737.427	141.191	758.321
167.790	735.837	167.790	749.311
193.000	735.300	191.239	741.368
201.820	737.527		

ANGLAGE 1/ E2.3



Prof. Ast Ingenieures. f. Geotechnik u. Projektsteuerung mbH

Anlage 1/ E2.3

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 1 von 3 Seiten

GGU-STABILITY / Version 11.10 / 07.01.2016

Böschungsberechnung nach EC 7
mit polygonalen Gleitflächen

2018-02 Profil E2, differenzierter Schichtaufbau mit Gleitzonen
Datei: E2-OKDB-4JB.boe

Datum: 22.03.2018

Parameterliste

phi [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

gamma [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

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

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	32.000	757.500
2	89.000	776.000
3	200.000	738.400
4	205.000	736.000
5	220.000	735.000

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	phi,k	c,k	gamma,k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	25.00	15.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	22.80	0.00	18.50	Gleitzone Basis
Rekult.sch...				
3	22.50	10.00	20.00	Deponie DK I
4	25.00	0.00	20.00	Gleitzone Basis KDB
5	25.00	20.00	20.00	Technische Barriere
6	40.00	0.00	23.00	Blöcke + Lehm

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	phi,d	c,d	gamma,d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	20.46	12.00	18.50	Rekultivierungsschicht
2	18.59	0.00	18.50	Gleitzone Basis
Rekult.sch...				
3	18.33	8.00	20.00	Deponie DK I

Anlage 1/ E2.3

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 2 von 3 Seiten

4	20.46	0.00	20.00	Gleitzone	Basis KDB
5	20.46	16.00	20.00	Technische	Barriere
6	33.87	0.00	23.00	Blöcke +	Lehm

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	32.000	755.300	90.000	774.200	1
2	90.000	774.200	200.000	737.200	1
3	200.000	737.200	202.000	736.000	1
4	32.000	755.000	90.000	773.900	2
5	90.000	773.900	200.000	736.900	2
6	200.000	736.900	202.000	736.000	2
7	202.000	736.000	205.000	736.000	1
8	32.000	750.000	60.000	743.500	3
9	60.000	743.500	100.000	740.800	3
10	100.000	740.800	122.000	739.100	3
11	122.000	739.100	144.000	737.300	3
12	144.000	737.300	193.000	735.300	3
13	193.000	735.300	202.000	736.000	3
14	32.000	749.500	60.000	743.200	4
15	60.000	743.200	100.000	740.500	4
16	100.000	740.500	122.000	738.600	4
17	122.000	738.600	144.000	736.800	4
18	144.000	736.800	193.000	734.800	4
19	193.000	734.800	202.000	736.000	4
20	32.000	748.500	60.000	742.200	5
21	60.000	742.200	100.000	739.500	5
22	100.000	739.500	122.000	737.600	5
23	122.000	737.600	144.000	735.800	5
24	144.000	735.800	193.000	733.800	5
25	193.000	733.800	202.000	736.000	5
26	32.000	720.000	220.000	720.000	6

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	32.000	750.000
2	60.000	743.500
3	205.000	736.000

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

gamma Wasser [kN/m³] = 10.000

Ergebnisse

Gleitkörper Nr. 1

μ = 0.935

Prof. Ast Ingenieures. f. Geotechnik u. Projektsteuerung mbH

Anlage 1/ E2.3

Deponie "Unter Kaltenbuch"

Seite 3 von 3 Seiten

Zähler = 1035.471

Nenner = 1107.167

H(Ti) = 1107.167

H(R) = 0.000

H(Gi) = 1035.471

H(S) = 0.000

Lamellen = 150

Koordinaten

x	y
[m]	[m]
89.000	776.000
90.000	773.900
200.000	737.200
201.746	737.562

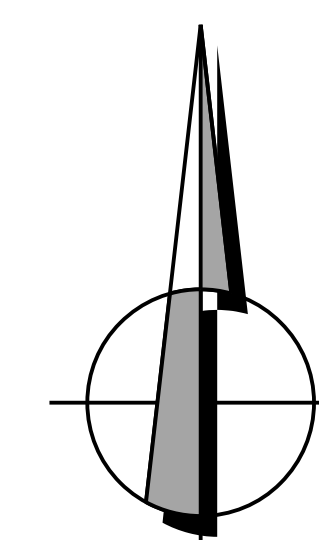
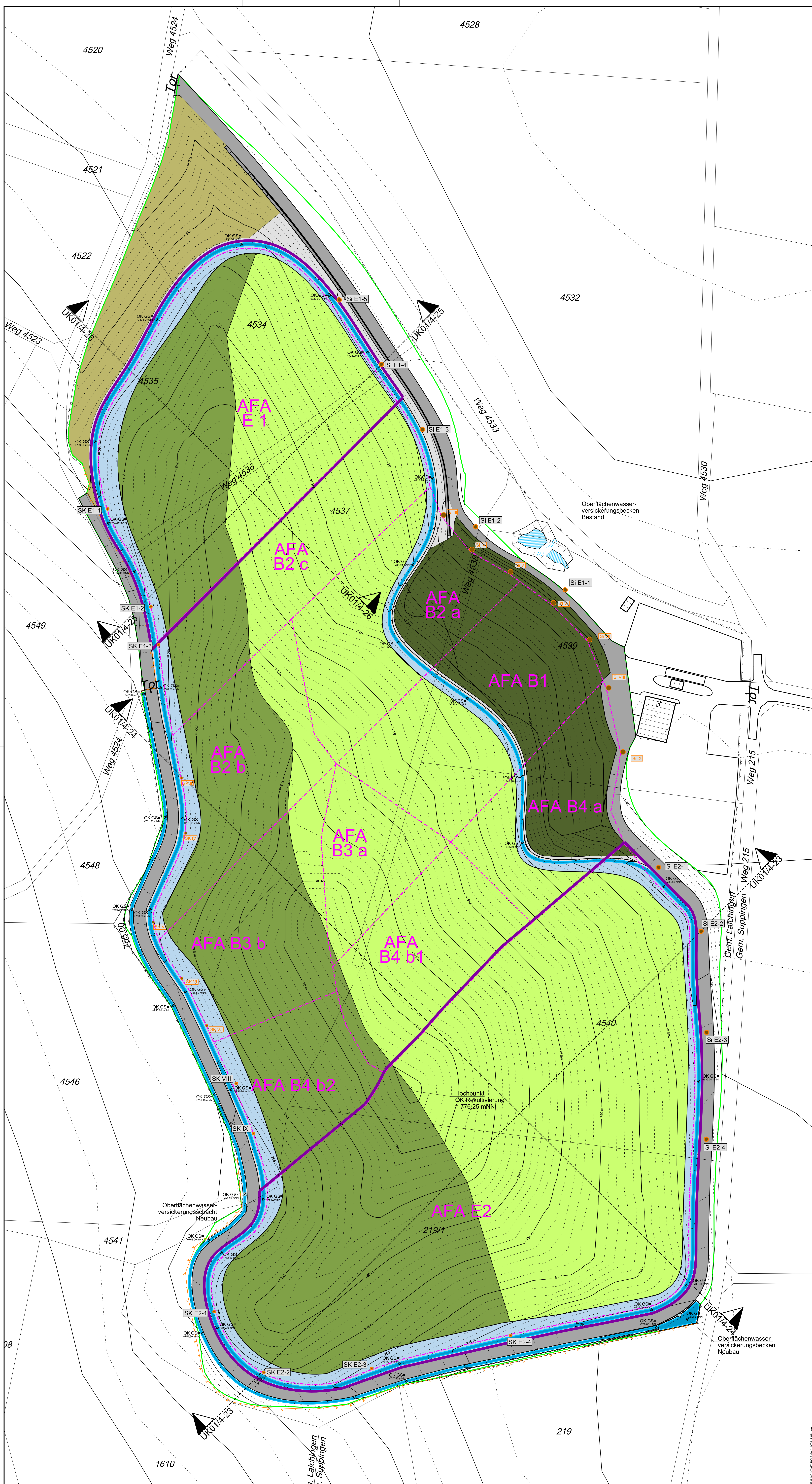
ANLAGE Nr. 2

PLANUNTERLAGEN:

Entwurfsverfasser:

AU Consult GmbH, 86163 Augsburg:

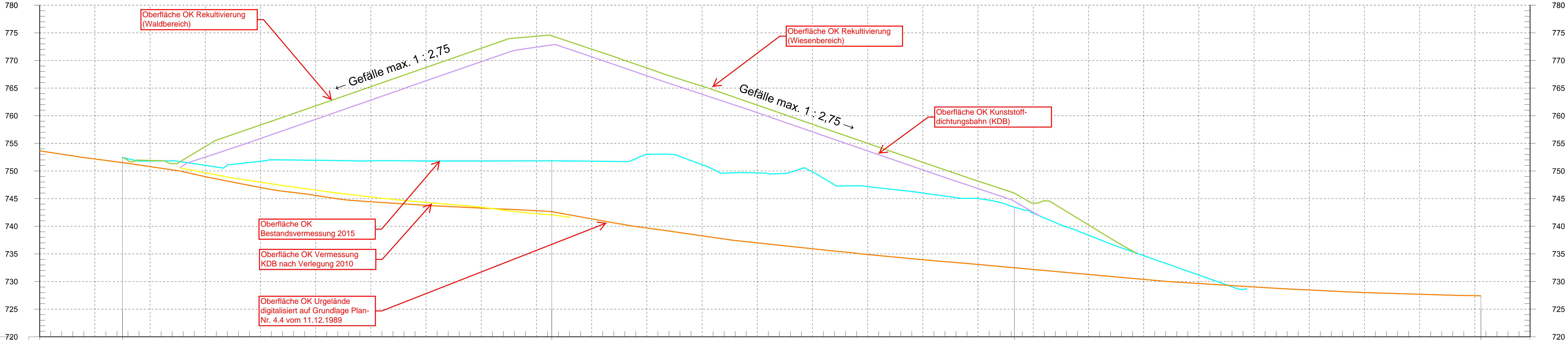
- [U6] Lageplan OK Rekultivierung, Plan-Nr.: UK01/4-06, Entwurf
M 1 : 500, Stand 16.01.2018
- [U7] Schnitt Statik Altbereich, M 1 : 250, Stand 16.01.2018
- [U8] Schnitt C – C , M 1 : 500, 31.01.2018
- [U9] Schnitt Statik E2, M 1 : 250, Stand 16.01.2018



- Legende:
- Flurgrenzen auf Grundlage der digitalen Flurkarte des Landesvermessungsamtes Bayern
 - Deponiezaun
 - Torzufahrt
 - AFA B2c
 - Bauabschnittsgrenzen (Basis) mit Bauabschnittsbezeichnungen
 - Sickenwasserschächte im Osten Bestand
 - Sickenwasserzugänge im Westen Bestand
 - Schnittlinien mit Blickrichtung und Planbezug
 - Umrandung Bereiche Umwidmung
 - Bereich Sukzessionsflächen
 - Ausführung entsprechend Plan-Nr.: UK01/4-12
 - Bereich Waldflächen
 - Ausführung entsprechend Plan-Nr.: UK01/4-12
 - Bereich bestehende Rekultivierung
 - Bereich Verfüllung mit DK0-Material
 - Höhenlinien OK Rekultivierung
 - Höhenlinienabstand 1 Höhenmeter
 - Oberflächenwasserrandgraben Neu mit Höhenangabe Grabensohle
 - Oberflächenwasserableitung Neu als Voranfertigung mit Angabe Material, Durchmesser und Rohrlänge
 - Betriebsweg Neu
 - Ausführung entsprechend Plan-Nr.: UK01/4-12 - 4-16
 - Weg bzw. Treppenauf-/abgang
 - zu Schachtbauwerken die nicht regelmäßig kontrolliert bzw. gewartet werden müssen
 - Oberflächenwasserschacht aus Beton, DN 1000, mit Zu- und Abläufen in DN 300
 - Sickenwasserschacht mit Bezeichnung aus Beton, DN 2000

Nr.	Änderung/Ergründung	Datum:	gegr.	gegr.	gegr.
Objekt: Deponie "Unter Kaltenbuch" UK01/4-06					
Umwidmung Auffüllabschnitt AFA E1/E2					
Lageplan OK Rekultivierung					
Entwurfverfasser: AU Consult GmbH, Friedberger Str. 155, 86163 Augsburg					
Unterschrift:					

180116-Schnitt Statik Altbereich



Achshauptpunkt:

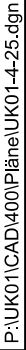
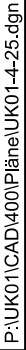
Station:

OK Bestand 2015:

OK KDB Basis:

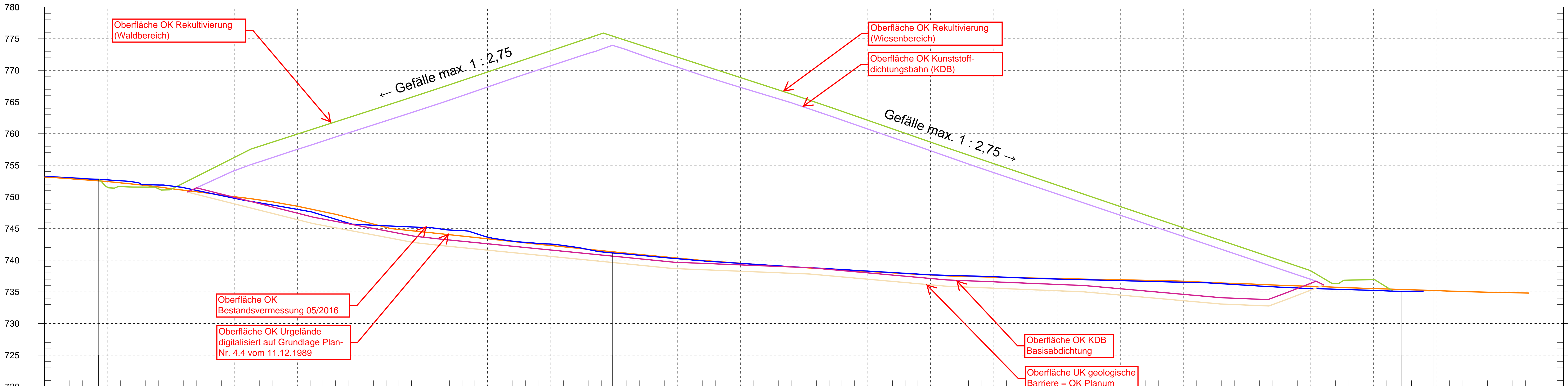
OK KDB Oberfläche:

P:\UK01\CAD\400\Pläne\UK01-4-25.dgn



P:\UK01\CAD\400\Pläne\UK01-4-25.dgn

180116-Schnitt Statik E2



Achshauptpunkt:

Station:

OK Bestand 2016:

OK KDB Basis:

OK KDB Oberfläche:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--