



**Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH**

GGU mbH • Ludwigsluster Chaussee 72 • 19061 Schwerin

Balzersen GmbH & Co KG
Mühlenweg

24955 Harrislee

Schwerin

Telefon +49 (0)385/3968060

Telefax +49 (0)385/3968061

www.ggu.de

post-sn@ggu.de

Baugrund

Grundwasser

Umwelttechnik /Altlasten

Damm- und Deichbau

Straßen- und Erdbau

Spezialtiefbau

Deponiebau

Kunststofftechnik

Software-Entwicklung

05.11.2024

Deponie Harrislee

Optimierung des Einlagervolumens der Deponie Harrislee

Gleit- und Standsicherheitsnachweise für Basis- und Oberflächenabdichtung

Baugrunderkundung

Feldmesstechnik

Prüflabore für Boden

Prüflabor für Kunststoff

Inspektionsstelle

Braunschweig

Magdeburg

Öhringen

Schwerin

Bericht: 2091/2023

Verteiler: Balzersen GmbH & Co KG

Ingenieurgesellschaft Possel u. Partner GmbH

Bearbeiter: Christopher Laesch, M.Sc.

Marcus Oertwich, M.Sc

Beratende Ingenieure VBI,
BDB, DWA, DGGT, ITVA, BWK
Sachverständige für
Erd- und Grundbau
Vereidigte Sachverständige

Amtsgericht Braunschweig
HRB 9354

Geschäftsführer:

Prof. Dr.-Ing. Johann Buß,

Dr.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.

Peter Grubert, M.Sc.,

Dr.-Ing. Carl Stoewahse

Dipl.-Ing. Birk Kröber

Inhalt

1	Vorbemerkung.....	4
2	Unterlagen	4
3	Aufbau der Basis- und Oberflächenabdichtung	5
4	Gleit- und Standsicherheitsnachweise.....	7
4.1	Allgemeines	7
4.2	Nachweisführung und Bemessungssituationen	8
4.3	Einwirkungen	9
4.4	Charakteristische Boden- und Materialkennwerte	10
4.5	Ergebnisse Basisabdichtung	11
4.5.1	Ergebnisse Geländebruchnachweise	11
4.5.2	Ergebnisse Gleitsicherheitsnachweise	11
4.6	Deponatböschung.....	12
4.7	Oberflächenabdichtung	13
4.7.1	Ergebnisse Geländebruchnachweise	13
4.7.2	Ergebnisse Gleitsicherheitsnachweise	14
5	Zusammenfassende Bewertung und Empfehlungen	16

Tabellen

Tabelle 1:	Standsicherheitsberechnungen – Zustände und Bemessungssituationen	8
Tabelle 2:	Charakteristische Material- und Bodenkennwerte	10
Tabelle 3:	Ergebnisse Standsicherheitsberechnungen Deponiebasisabdichtung (BS-T)	11
Tabelle 4:	Ergebnisse Gleitsicherheitsberechnungen Deponiebasisabdichtung (BS-T)	11
Tabelle 5:	Ergebnisse Standsicherheitsberechnungen Deponiebasisabdichtung	12
Tabelle 6:	Ergebnisse Standsicherheitsberechnungen Deponiebasisabdichtung	13
Tabelle 7:	Ergebnisse Gleitsicherheitsberechnungen Bauzustand Deponieoberflächenabdichtung (BS-T)	14
Tabelle 8:	Ergebnisse Gleitsicherheitsberechnungen Endzustand Deponieoberflächenabdichtung (BS-P)	15

Anlagen

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Standsicherheitsnachweise
Anlage 2.1	Bauzustand Basisabdichtung
Anlage 2.2	Bauzustand Müllkörper / Deponat, Einlagerungszustand
Anlage 2.3	Bauzustand Oberflächenabdichtung
Anlage 2.4	Endzustand Oberflächenabdichtung
Anlage 3	Gleitsicherheitsnachweise
Anlage 3.1	Bauzustand Basisabdichtung
Anlage 3.2	Bauzustand Oberflächenabdichtung
Anlage 3.3	Endzustand Oberflächenabdichtung

1 Vorbemerkung

Die Balzersen GmbH & Co KG betreibt die Deponie „Harrislee“ in Flensburg Harrislee als DK I Deponie. Es ist vorgesehen die Deponie um eine Fläche von ca. 74.000 m² in den Deponiepoldern 3 bis 7 zu erweitern. Für das Bauvorhaben ist die Stand- und Gleitsicherheit der Basis- und Oberflächenabdichtung zu prüfen.

Die GGU Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH wurde mit der Untersuchung der Gleit- und Gesamtstandsicherheit der Basis- und Oberflächenabdichtung in der geplanten Deponieerweiterung beauftragt.

Mit dem vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Gleit- und Standsicherheitsuntersuchungen für den Bau- und Endzustand der geplanten Deponieerweiterung mitgeteilt.

2 Unterlagen

Für die Bearbeitung wurden folgende Unterlagen hinzugezogen:

- [1] Genehmigung Übersichtsplan, Optimierung des Einlagerungsvolumens der Deponie Harrislee DK I, Maßstab 1 : 5.000, Projekt-Nr./Plan G 21.058.01; IPP-Ingenieure für Bau, Umwelt und Stadtentwicklung, Kiel, 15.09.2021
- [2] Genehmigung Lageplan Rekultivierung 3,00 m, Übersichtsplan, Optimierung des Einlagerungsvolumens der Deponie Harrislee DK I, Maßstab 1 : 1.000, Projekt-Nr./Plan 2021-058/G 21.058.03; IPP-Ingenieure für Bau, Umwelt und Stadtentwicklung, Kiel, 10.10.2022
- [3] Genehmigung Lageplan Basis, Übersichtsplan, Optimierung des Einlagerungsvolumens der Deponie Harrislee DK I, Maßstab 1 : 1.000, Projekt-Nr./Plan 2021-058/G 21.058.04; IPP-Ingenieure für Bau, Umwelt und Stadtentwicklung, Kiel, 10.10.2022
- [4] Genehmigung Detail Oberflächenabdichtung, Optimierung des Einlagerungsvolumens der Deponie Harrislee DK I, Maßstab 1 : 50, Projekt-Nr./Plan G 21.258.06.06; IPP-Ingenieure für Bau, Umwelt und Stadtentwicklung, Kiel, 10.10.2022
- [5] Schnitt A-A' bis G-G', Optimierung des Einlagerungsvolumens der Deponie Harrislee DK I; DWG-Format, IPP-Ingenieure für Bau, Umwelt und Stadtentwicklung, Kiel, 10.10.2022
- [6] Konzept zur Herstellung des Probefeldes für die Basisabdichtung der Deponie Harrislee, Polder 3, STRABAG Umwelttechnik GmbH, 15.02.2019
- [7] Datenblatt CAT D6N XL/LGP Kettendozer, HGHT5498, CATERPILLAR, 04/2003

3 Aufbau der Basis- und Oberflächenabdichtung

Die geplante Basisabdichtung weist nach [5] nachfolgenden Aufbau auf (von oben):

- Basisentwässerung mit Kies 16/32 mm / Rigolen Sickerwasserfassung, 0,30 m
- $\geq 2.000 \text{ g/m}^2$ Schutzvlies
- 2,5 mm PEHD-Kunststoffdichtungsbahn
- $\geq 50 \text{ cm}$ mineralische Dichtung, in zwei Lagen à 0,25 m
- Bodenprofilierung / Deponieplanum

Die Böschungsneigung der Basisabdichtung erreicht eine maximale Neigung von 1 : 3 bzw. $18,4^\circ$. Die maximale Böschungshöhe liegt bei ca. 7,5 m nach Herstellung des Deponieplanums und ca. 6,5 m im Zustand der vollständig hergestellten Basisabdichtung ([5]).

Die geplante Oberflächenabdichtung weist nach [4] nachfolgenden Aufbau auf (von oben):

- Rekultivierungsschicht, 3,00 m
- Entwässerungsschicht, 0,30 m
- Kunststoffdichtungsbahn
- Ausgleichsschicht
- Abfall

Die Neigung der Oberflächenabdichtung beträgt für die Bauteile unter der Rekultivierungsschicht 1 : 3 im Randbereich. Im Falle der Rekultivierungsschicht werden Böschungsneigung im Endzustand von bis zu 1 : 2,15 (vgl. Schnitt C-C') erreicht ([5]).

Die einzelnen Baustoffe für die mineralischen Bauteile und die Kunststoffbauteile stehen zum Zeitpunkt der Berichtserarbeitung noch nicht fest. Lediglich für Bauteil Deponieplanum und mineralische Dichtung sind die voraussichtlich eingesetzten Baustoffe bekannt.

Systemschnitt Oberflächenabdichtung

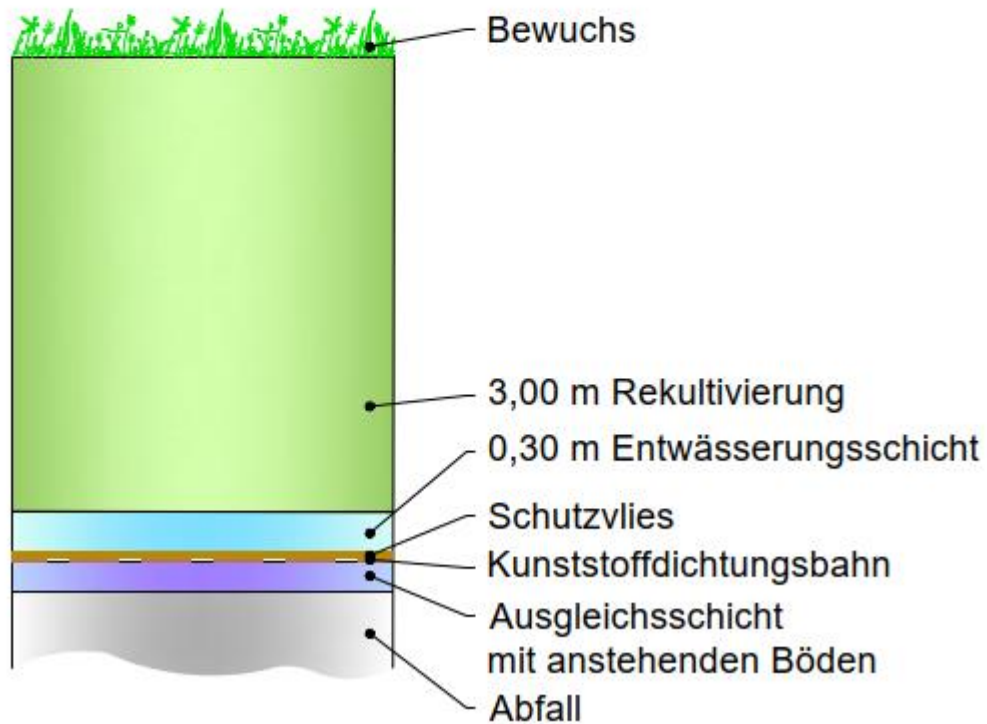


Abbildung 1: Systemschnitt Oberflächenabdichtung aus [4]

4 Gleit- und Standsicherheitsnachweise

4.1 Allgemeines

Es werden Gleit- und Standsicherheitsberechnungen für die Basis- und Oberflächenabdichtungen in maßgebenden Schnitten aus [5] geführt.

Nach aktueller Normung sind bei der Berechnung der Gleitsicherheit und der Standsicherheit von Böschungen der für Entwurf, Bemessung und Berechnung in der Geotechnik geltende Eurocode EC 7-1 Teil 1: Allgemeine Regeln (DIN EN 1997-1) und die ergänzenden Regelungen in DIN 1054 anzuwenden.

Danach sind bei dem hier zu untersuchenden Grenzzustand GEO-3 die Nachweise über mit Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{\phi,c}$ abgeminderte Scherparameter gemäß DIN 4084 zu führen. Ungünstige veränderliche Einwirkungen werden mit dem Teilsicherheitsbeiwert γ_Q berücksichtigt.

Bei Berechnungen nach dem Teilsicherheitskonzept werden zunächst Einwirkungen E und rückhaltende Kräfte R mit Teilsicherheiten versehen. In den Berechnungen erfolgt ein Vergleich der Einwirkungen E mit den rückhaltenden Kräften R, in dessen Ergebnis Ausnutzungsgrade ermittelt werden. Ausreichende Sicherheiten sind bei Ausnutzungsgraden von $\mu \leq 1,0$ vorhanden.

Nach dem Teilsicherheitskonzept ergibt sich:

$$E_d \leq R_d$$

$$\frac{E_d}{R_d} = \mu \leq 1$$

mit E_d = Bemessungswert der resultierenden Beanspruchung parallel zur Gleitfläche
 R_d = Bemessungswert des Widerstandes parallel zur Gleitfläche

4.2 Nachweisführung und Bemessungssituationen

Geländebruchsicherheit / Globale Böschungsstandsicherheit

Der Böschungsbruch oder Geländebruch beschreibt das Abgleiten eines Erdkörpers entlang einer beliebig geformten Bruchfuge.

Die globale Standsicherheit der Böschung wird durch Betrachtung tief einschneidender Gleitkörper als Gleitkreise (Verfahren nach Bishop) oder polygonale Gleitkörper (Verfahren nach Janbu) mit Berechnungsverfahren nach DIN 4084 untersucht. Die Berechnungen werden mit dem Programmsystem GGU-Stability für folgende Bauteile bzw. Zustände geführt:

Tabelle 1: Standsicherheitsberechnungen – Zustände und Bemessungssituationen

Bauteil / Zustand	Standsicherheit	Bemessungssituation nach DIN 1054	Maßgebender Schnitt
Deponieplanum, Bauzustand	global	BS-T	D-D'
Basisabdichtung hergestellt, Bauzustand	global	BS-T	D-D'
Müllkörper /Deponat nach vollständiger Einlagerung, Bauzustand Randböschung	global	BS-T	C-C'
	lokal	BS-T	C-C'
Müllkörper /Deponat im Einlagerungszustand	global	BS-T	C-C'
Oberflächenabdichtung, Bauzustand Rekultivierungsschicht hergestellt	global	BS-T	C-C'
	lokal	BS-T	C-C'
	global	BS-P	C-C'

Gleitsicherheit

Die lokale Standsicherheit betrachtet das Abrutschen eines Erdkörpers an lokal begrenzten oberflächennahen, böschungsp parallelen Gleitfugen. Je nachdem, ob die Böschung durchströmt wird oder nicht und welche Art der Durchströmung – böschungsp parallel, waagrecht oder normal zur Böschung – auftritt, stellt sich das nachzuweisende Gleichgewicht unterschiedlich dar. Daneben sind die unterschiedlichen Verkehrslasten zu bewerten.

Gemäß GDA-Empfehlung E-07 kann der Nachweis der Gleitsicherheit für schichtparalleles Gleiten einer teildurchströmten Abdichtung durch Gleichgewichtsbetrachtungen an einem 1 m breiten Böschungselement erfolgen. Als geometrische Größe geht somit die Neigung des betrachteten Böschungselementes in die Betrachtungen ein.

Die Gleitsicherheitsnachweise werden für den Bauzustand (Bemessungssituation BS-T) und für den Endzustand (Bemessungssituation BS-P) geführt.

4.3 Einwirkungen

Verkehrslasten, welche bei der Errichtung der Bauteile durch das Befahren der Böschungen bzw. der Böschungsoberkanten wirken, werden in den Gleit- und Standsicherheitsnachweisen berücksichtigt.

Beispielhaft werden in den Berechnungen für die Bauzustände Verkehrslasten aus einer Planierraupe des Typs CAT D6N XL wie folgt berücksichtigt ([7]):

- Betriebsgewicht 16,2 t
- Kettenbreite: 600 mm
- Länge der tragenden Kette: 3.100 mm
- Bodenpressung 42,7 kN/m².

Als weitere Verkehrslasten wird auf den Umfahrungswegen ein LKW mit SLW 60 (Flächenlast $p = 33,3 \text{ kN/m}^2$) angesetzt. Die Vorgaben zur Befahrung des Dichtungssystems (Mindestüberdeckungen) sind zu beachten.

4.4 Charakteristische Boden- und Materialkennwerte

In Tabelle 2 sind die für die Berechnungen angesetzten charakteristischen Kennwerte angeführt. Die Kennwerte wurden unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten und/oder Literaturwerten festgelegt und sind im Zuge der weiteren Planung, ggf. durch Eignungsnachweise, zu bestätigen.

Tabelle 2: Charakteristische Material- und Bodenkennwerte

Fuge / Schicht	Charakteristische		
	Reibungs- winkel [°]	Kohäsion/ Adhäsion [kN/m²]	Wichte [kN/m³]
Untergrund	32,5	0,0	19,0
Mineralische Dichtung	27,5	8,0	20,0
Fuge Untergrund / Mineralische Dichtung	25,0	8,0	-
Fuge KDB / Mineralische Dichtung	26,0	1,0	-
Fuge Schutzvlies / KDB	26,0	1,0	-
Fuge Entwässerungsschicht / Schutzvlies	28,5	0,0	-
Entwässerungsschicht	35,0	0,0	17,0
Müllkörper / Deponat	25,0	1,0	20,0
Ausgleichsschicht	30,0	0,0	18,5
Fuge KDB / Ausgleichsschicht	30,0	0,0	-
Fuge Schutzvlies /KDB	27,5	0,0	-
Fuge Entwässerungsschicht OFA / Schutzvlies	28,5	0,0	-
Fuge Rekultivierungsschicht / Entwässerungsschicht OFA	30,0	0,0	-
Entwässerungsschicht OFA	37,5	0,0	17,0
Rekultivierungsschicht	27,5	2,0	18,5

4.5 Ergebnisse Basisabdichtung

4.5.1 Ergebnisse Geländebruchnachweise

Die Eingangsparameter und die Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen für die Deponiebasisabdichtung im Bauzustand (BS-T) sind der Anlage 2.1 hinterlegt und werden nachfolgend zusammengestellt:

Tabelle 3: Ergebnisse Standsicherheitsberechnungen Deponiebasisabdichtung (BS-T)

Bauteil / Zustand	Ausnutzungsgrad μ [-]	Anlage
Deponieplanum, Bauzustand	0,53 (BISHOP)	2.1.1
Basisabdichtung, nach Herstellung	0,55 (BISHOP)	2.1.2
Basisabdichtung, nach Herstellung	0,65 (JANBU)	2.1.3

Im Ergebnis der der Standsicherheitsberechnungen für die Deponiebasisabdichtung im Bauzustand werden Ausnutzungsgrade $\mu < 1,00$ ermittelt und die Standsicherheit damit nachgewiesen.

4.5.2 Ergebnisse Gleitsicherheitsnachweise

Die Eingangsparameter und die Ergebnisse der Gleitsicherheitsberechnungen für die Deponiebasisabdichtung im Bauzustand (BS-T) sind der Anlage 3.1 hinterlegt und werden nachfolgend zusammengestellt:

Tabelle 4: Ergebnisse Gleitsicherheitsberechnungen Deponiebasisabdichtung (BS-T)

Gleitfuge (oben/unten)	Ausnutzungsgrad μ [-]	Anlage
Mineralische Dichtung / Deponieplanum	0,93	3.1.1
KDB / Mineralische Dichtung	0,80	3.1.2
Schutzvlies / KDB	0,80	3.1.3
Entwässerungsschicht / Schutzvlies	0,72	3.1.4

Im Ergebnis der der Gleitsicherheit für die Deponiebasisabdichtung im Bauzustand werden Ausnutzungsgrade $\mu < 1,00$ ermittelt und die Gleitsicherheit damit nachgewiesen.

4.6 Deponatböschung

Die Eingangsparameter und die Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen für die für den Müllkörper / das Deponat im Bauzustand Einlagerung (BS-T) sind der Anlage 2.2 hinterlegt und werden nachfolgend zusammengestellt:

Tabelle 5: Ergebnisse Standsicherheitsberechnungen Deponiebasisabdichtung

Bauteil / Zustand	Bemessungssituation	Ausnutzungsgrad μ [-]	Bemerkung	Anlage
Müllkörper / Deponat global, Bauzustand nach vollständiger Einlagerung; Randböschung	BS-T	0,59 (BISHOP)	Verkehrslast CAT D6N XL mit 1,0 m Abstand zur 1 : 4 Böschung	2.2.1
Müllkörper / Deponat lokal, Bauzustand nach vollständiger Einlagerung; Randböschung	BS-T	0,86 (BISHOP)	Verkehrslast CAT D6N XL direkt an Böschungskante 1 : 3 Böschung	2.2.2
Müllkörper / Deponat global, Einlagerungszustand Deponatböschung	BS-T	0,92 (BISHOP)	Verkehrslast CAT D6N XL mit 1,0 m Abstand zur 1 : 2,5 Böschung	2.2.3

Im Ergebnis der Standsicherheitsberechnungen für den Müllkörper / das Deponat im Bauzustand nach vollständiger Einlagerung ist festzustellen, dass die ermittelten Ausnutzungsgrade $\mu < 1,00$ liegen. Insbesondere für die lokalen Böschungen ergeben sich infolge Verkehrsbelastung durch Baufahrzeuge, hohe Ausnutzungsgrade. Ein Abstand von 1,0 m für Baufahrzeuge und 2,0 m für Transportfahrzeuge im Einlagerungszustand (z.B. LKW) sollte daher nicht unterschritten werden.

In der Anlage 2.2.3 wird der Einlagerungszustand bei maximaler Einlagerungshöhe betrachtet. Bei den für das Deponat angesetzten charakteristischen Bodenkennwerten ist die Böschung mit einer Neigung von 1 : 2,5 im Einlagerungszustand (Bauzustand BS-T) rechnerisch standsicher. Steilere Böschungsneigungen, z.B. 1 : 2, können bei der Anordnung von Bermen erwogen werden.

4.7 Oberflächenabdichtung

4.7.1 Ergebnisse Geländebruchnachweise

Die Eingangsparameter und die Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen für die Deponieoberflächenabdichtung im Bauzustand (BS-T) und Endzustand (BS-P) sind der Anlage 2.3 und Anlage 2.4 hinterlegt und werden nachfolgend zusammengestellt:

Tabelle 6: Ergebnisse Standsicherheitsberechnungen Deponiebasisabdichtung

Bauteil / Zustand	Bemessungssituation	Ausnutzungsgrad μ [-]	Bemerkung	Anlage
OFA lokal, Bauzustand nach Herstellung	BS-T	0,89 (BISHOP)	Verkehrslast CAT D6N XL mit 1,0 m Abstand zur 1 : 2 Böschung	2.3.1
OFA global, Bauzustand nach Herstellung	BS-T	0,68 (BISHOP)		2.3.2
OFA lokal, Bauzustand nach Herstellung	BS-T	0,96 (JANBU)	Verkehrslast CAT D6N XL mit 1,0 m Abstand zur 1 : 2 Böschung	2.3.3
OFA global, Endzustand	BS-P	0,95 (BISHOP)	Verkehrslast 10,0 kN/m ² mit 1,0 m Abstand zur 1 : 2 Böschung	2.4.1
OFA lokal, Endzustand	BS-P	0,74 (BISHOP)		2.4.2
OFA lokal Endzustand	BS-P	0,91 (JANBU)	Verkehrslast 10,0 kN/m ² mit 1,0 m Abstand zur 1 : 2 Böschung	2.4.3

Im Ergebnis der Standsicherheitsberechnungen für die Deponieoberflächenabdichtung im Bauzustand ist festzustellen, dass die ermittelten Ausnutzungsgrade $\mu < 1,00$ liegen. Insbesondere für die lokalen Böschungen ergeben sich infolge Verkehrsbelastung durch Baufahrzeuge, welche mit einem Abstand von 1,0 m zum 1 : 2 geneigten Böschungsabschnitt angesetzt wurden, hohe Ausnutzungsgrade. Ein Abstand von 1,0 m für Bau-/Wartungsfahrzeuge sollte daher nicht unterschritten werden.

4.7.2 Ergebnisse Gleitsicherheitsnachweise

Die Eingangsparameter und Ergebnisse der Gleitsicherheitsberechnungen für die Deponieoberflächenabdichtung im Bauzustand (BS-T) und im Endzustand (BS-P) sind der Anlage 3.2 und Anlage 3.3 hinterlegt und werden nachfolgend zusammengestellt:

Tabelle 7: Ergebnisse Gleitsicherheitsberechnungen Bauzustand Deponieoberflächenabdichtung (BS-T)

Gleitfuge (oben/unten)	Ausnutzungsgrad μ [-]	Bemerkung	Anlage
KDB / Ausgleichsschicht	0,87	Auflast 0,3 m EWS + 0,8 m Reku	3.2.1
Schutzvlies / KDB	0,95	Auflast 0,3 m EWS + 0,8 m Reku	3.2.2
Entwässerungsschicht OFA / Schutzvlies	0,93	Auflast 0,3 m EWS + 0,8 m Reku	3.2.3
Rekultivierungsschicht / Entwässerungsschicht OFA	0,98	Auflast 0,8 m Reku	3.2.4

Im Ergebnis der Gleitsicherheitsberechnungen für den Bauzustand werden Ausnutzungsgrade $\mu < 1,00$ erreicht und die Gleitsicherheit für die betrachteten Bauzustände damit nachgewiesen. Es sind die in Ansatz gebrachten Auflasten/Überdeckungen der Gleitfugen zu beachten.

Tabelle 8: Ergebnisse Gleitsicherheitsberechnungen Endzustand Deponieoberflächenabdichtung (BS-P)

Gleitfuge (oben/unten)	Ausnutzungsgrad μ [-]	Bemerkung	Anlage
KDB / Ausgleichsschicht	0,72	Auflast 0,3 m EWS + 3,0 m Reku	3.3.1
Schutzvlies / KDB	0,82	Auflast 0,3 m EWS + 3,0 m Reku	3.3.2
Entwässerungsschicht OFA / Schutzvlies	0,96	Auflast 0,3 m EWS + 3,0 m Reku	3.3.3
Rekultivierungsschicht / Entwässerungsschicht OFA	0,88	Auflast 3,0 m Reku	3.3.4

Im Ergebnis der Gleitsicherheitsberechnungen für den Endzustand werden Ausnutzungsgrade $\mu < 1,00$ erreicht und die Gleitsicherheit damit nachgewiesen. Es sind die in Ansatz gebrachten Auflasten/Überdeckungen der Gleitfugen zu beachten.

5 Zusammenfassende Bewertung und Empfehlungen

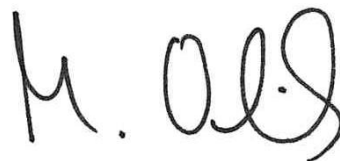
Im Ergebnis der Stand- und Gleitsicherheitsberechnungen für die Basisabdichtung im Bauzustand werden ausreichende Stand- und Gleitsicherheiten nachgewiesen.

Die Stand- und Gleitsicherheitsberechnungen für die Oberflächenabdichtung im Bau- und Endzustand zeigen, dass insbesondere infolge Verkehrslasten hohe Ausnutzungsgrade erreicht werden. Die in Ansatz gebrachten Verkehrslasten und Überdeckungen/Auflasten über den kritischen Gleitfugen sind im Zuge der weiteren Planung und Bauausführung zu beachten.

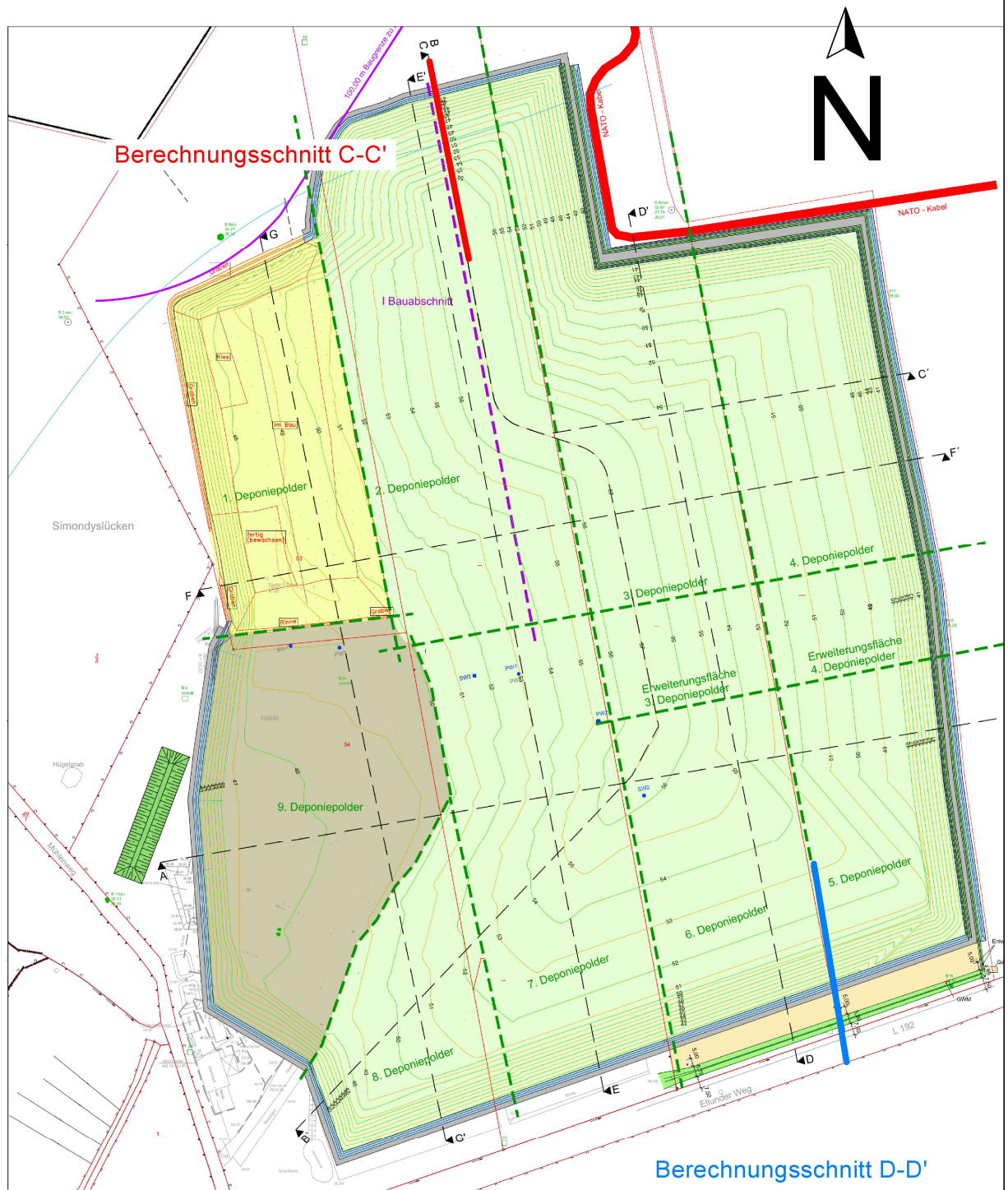
Die Herstellung der geplanten Basis- und Oberflächenabdichtung wird als grundsätzlich möglich bewertet. Alle angesetzten charakteristischen Berechnungskennwerte (z. B. Verbundscherparameter) sind auf der Grundlage von Erfahrungs- und Literaturwerten angenommen und sind projektbezogen mit den zum Einsatz kommenden Baustoffen und Materialien nachzuweisen. Im Zuge der Planung geänderte Böschungsgeometrien und/oder Abweichende Baugeräte erfordern eine Neubeurteilung der Stand- und Gleitsicherheiten.

A blue ink signature of Christopher Laesch, written in a cursive style.

Christopher Laesch, M.Sc.

A black ink signature of Marcus Oertwich, written in a cursive style.

Marcus Oertwich, M.Sc.



*bearbeitet nach Optimierung des Einlagerungsvolumens der Deponie Harrislee, DKI, Genehmigung Lageplan Rekultivierung 3,00 m
IPP Ingenieurgesellschaft Possel und Partner GmbH, Kiel, 10.10.2022



Deponie Harrislee, Optimierung des Einlagerungsvolumens der Deponie Harrislee

Anlage-Nr.: 1

Bericht-Nr.: 2091/2023

ohne Maßstab


Lageplan der Rekultivierungsschicht

bearb.: C. Laesch, M.Sc.

gez.: K. Tiede

gepr.: C. Laesch, M.Sc.

Stand: Oktober 2022

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	32.50	1.00	19.00	Deponieplanum (Sande)ht

Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{\max} = 0.53$
 $x_m = 23.38 \text{ m}$ $y_m = 81.28 \text{ m}$
 $R = 49.17 \text{ m}$
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.15$
- $\gamma(c') = 1.15$
- $\gamma(c_u) = 1.15$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$

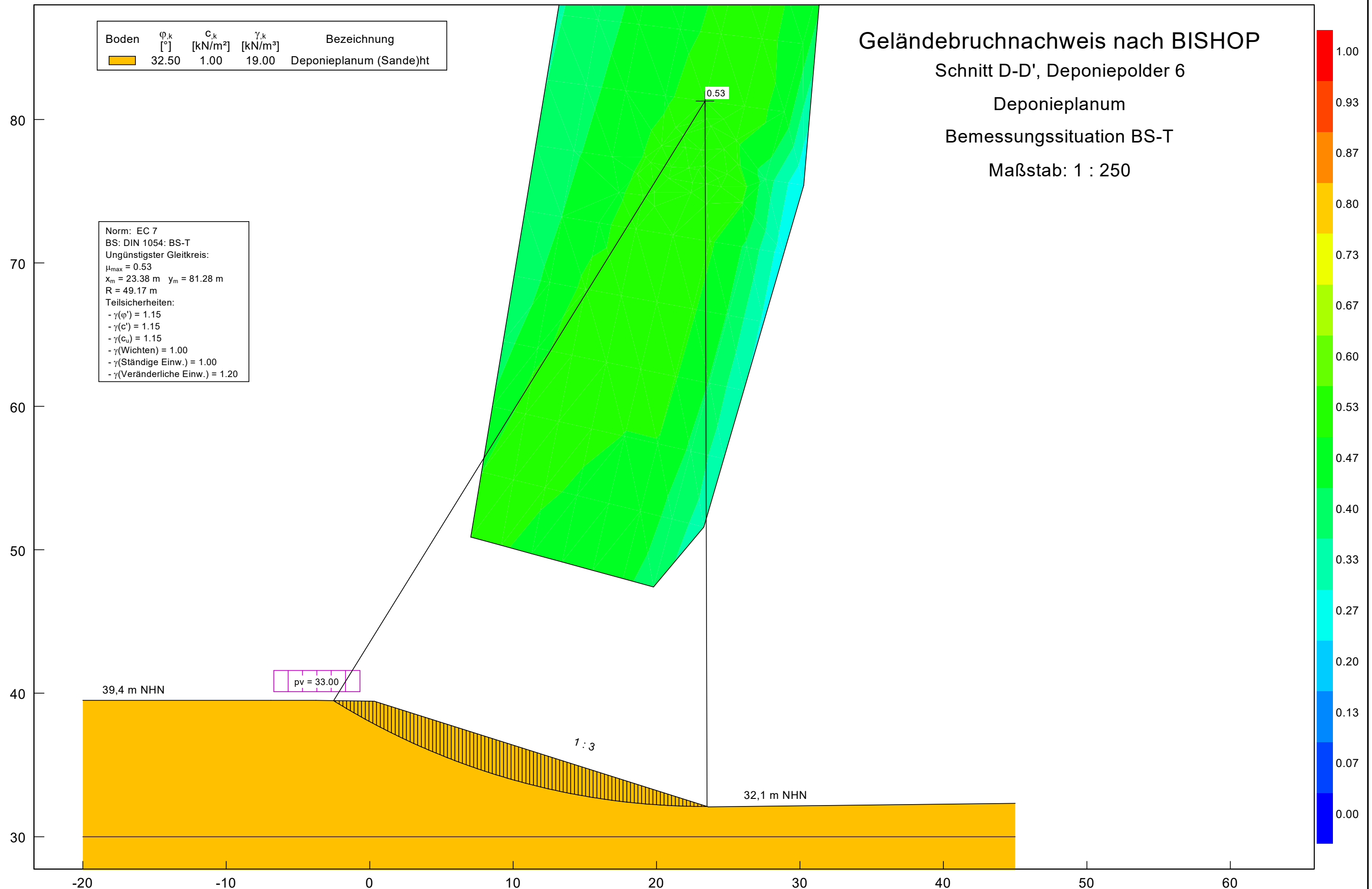
Geländebruchnachweis nach BISHOP

Schnitt D-D', Deponiepolder 6

Deponieplanum

Bemessungssituation BS-T

Maßstab: 1 : 250



Geländebruchnachweis nach BISHOP

Schnitt D-D', Deponiepolder 6

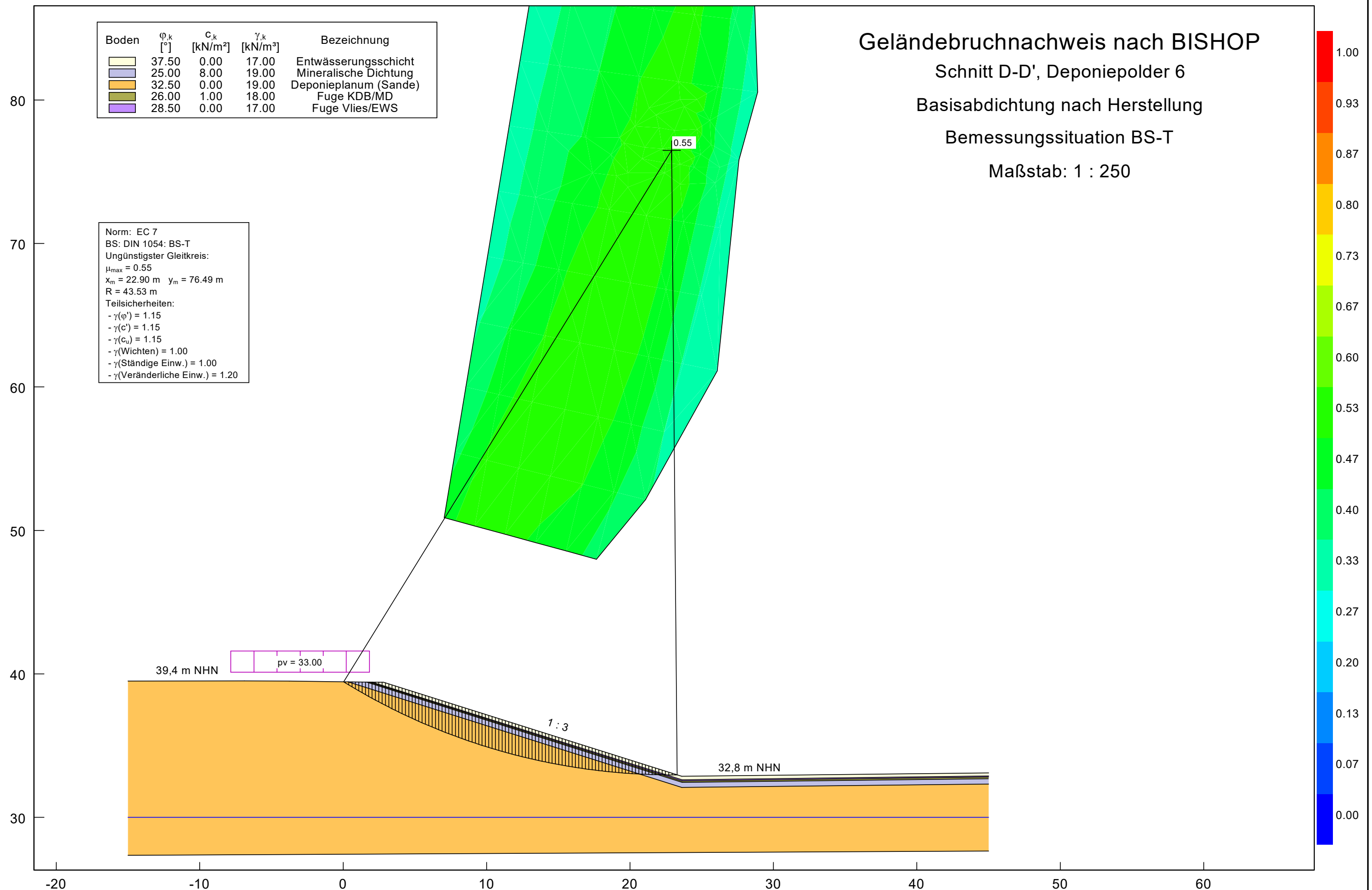
Basisabdichtung nach Herstellung

Bemessungssituation BS-T

Maßstab: 1 : 250

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	37.50	0.00	17.00	Entwässerungsschicht
	25.00	8.00	19.00	Mineralische Dichtung
	32.50	0.00	19.00	Deponieplanum (Sande)
	26.00	1.00	18.00	Fuge KDB/MD
	28.50	0.00	17.00	Fuge Vlies/EWS

Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.55$
 $x_m = 22.90$ m $y_m = 76.49$ m
 $R = 43.53$ m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.15$
- $\gamma(c') = 1.15$
- $\gamma(c_u) = 1.15$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$



Geländebruchnachweis nach JANBU

Schnitt D-D', Deponiepolder 6

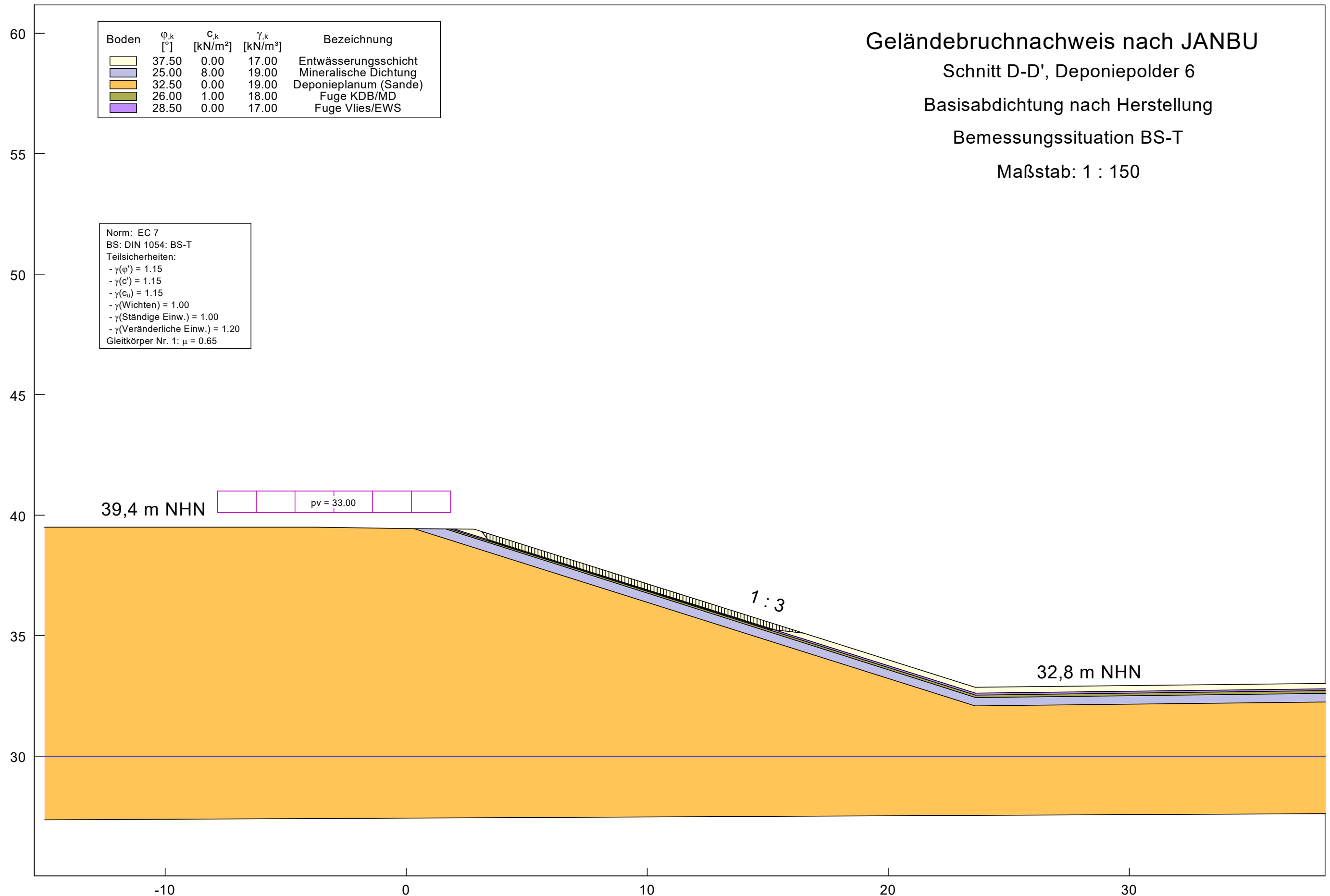
Basisabdichtung nach Herstellung

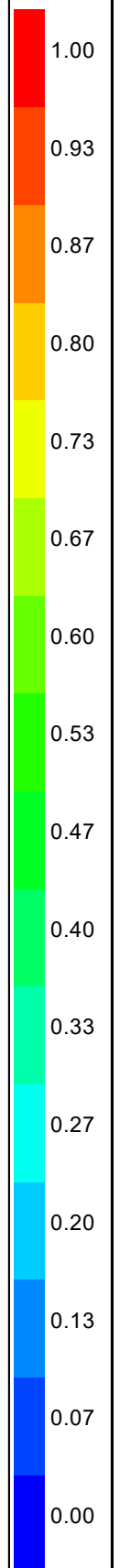
Bemessungssituation BS-T

Maßstab: 1 : 150

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	37.50	0.00	17.00	Entwässerungsschicht
	25.00	8.00	19.00	Mineralische Dichtung
	32.50	0.00	19.00	Deponieplanum (Sande)
	26.00	1.00	18.00	Fuge KDB/MD
	28.50	0.00	17.00	Fuge Vlies/EWS

Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.15$
- $\gamma(c') = 1.15$
- $\gamma(c_u) = 1.15$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$
Gleitkörper Nr. 1: $\mu = 0.65$





Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	25.00	1.00	20.00	Müllkörper
	32.50	2.00	18.00	Deponieauflager

Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{\max} = 0.86$
 $x_m = 37.33 \text{ m}$ $y_m = 49.95 \text{ m}$
 $R = 8.46 \text{ m}$
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.15$
- $\gamma(c') = 1.15$
- $\gamma(c_u) = 1.15$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$

Geländebruchennachweis nach BISHOP

Schnitt C-C', Deponiepolder 2

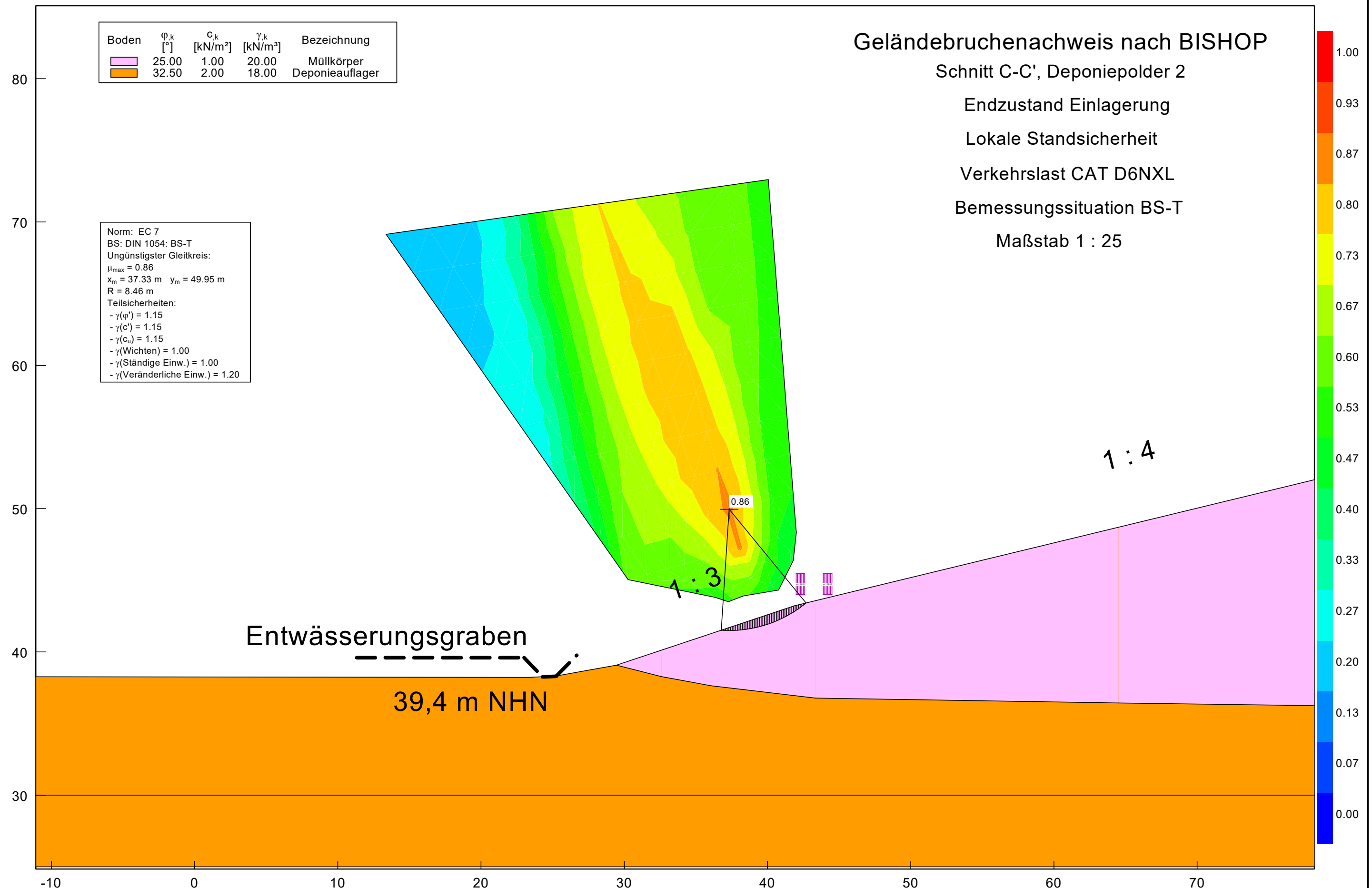
Endzustand Einlagerung

Lokale Standsicherheit

Verkehrslast CAT D6NXL

Bemessungssituation BS-T

Maßstab 1 : 25



Geländebruchenachweis nach BISHOP

Schnitt C-C', Deponiepolder 2

Bauzustand Einlagerung

Globale Standsicherheit

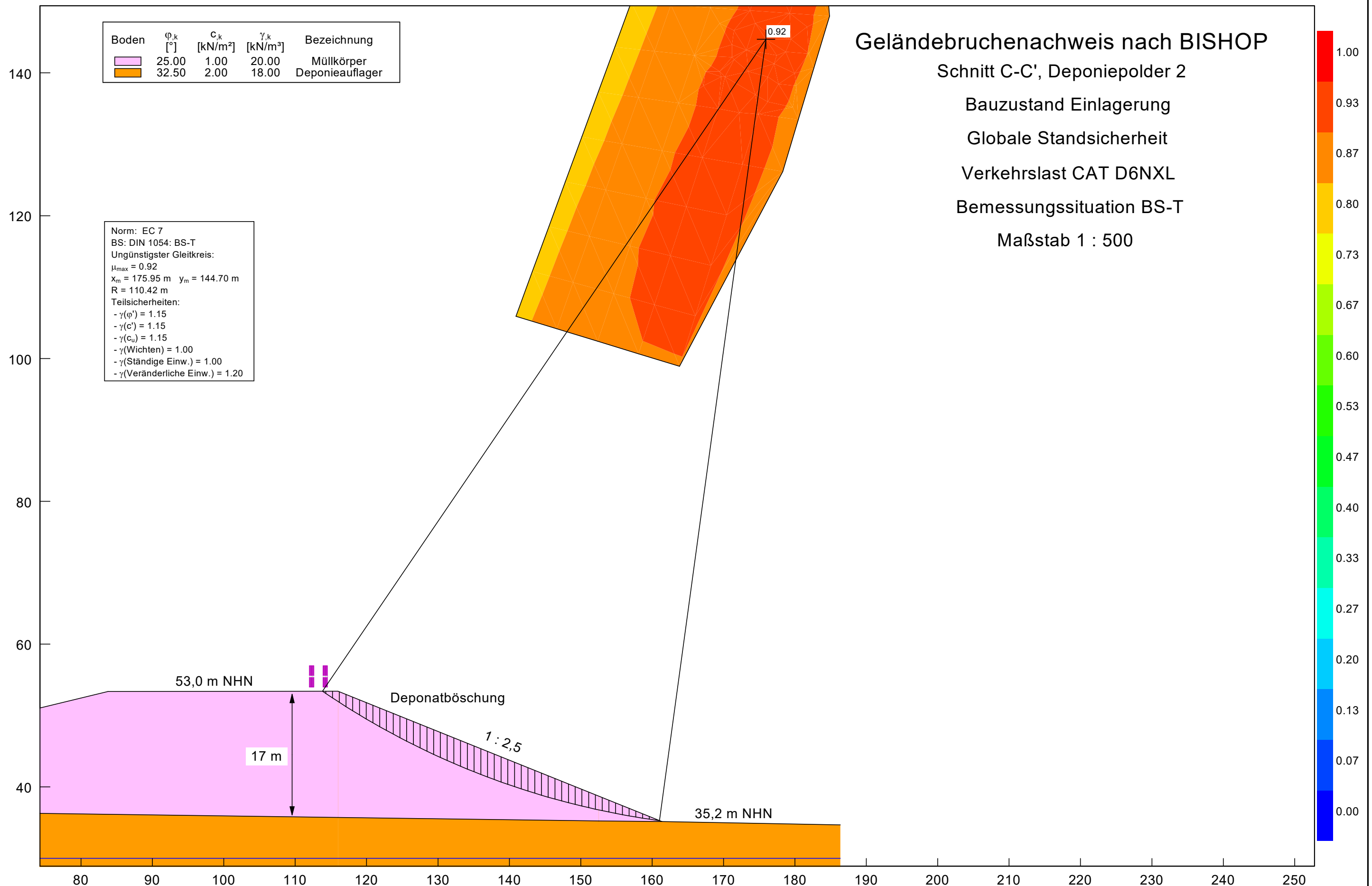
Verkehrslast CAT D6NXL

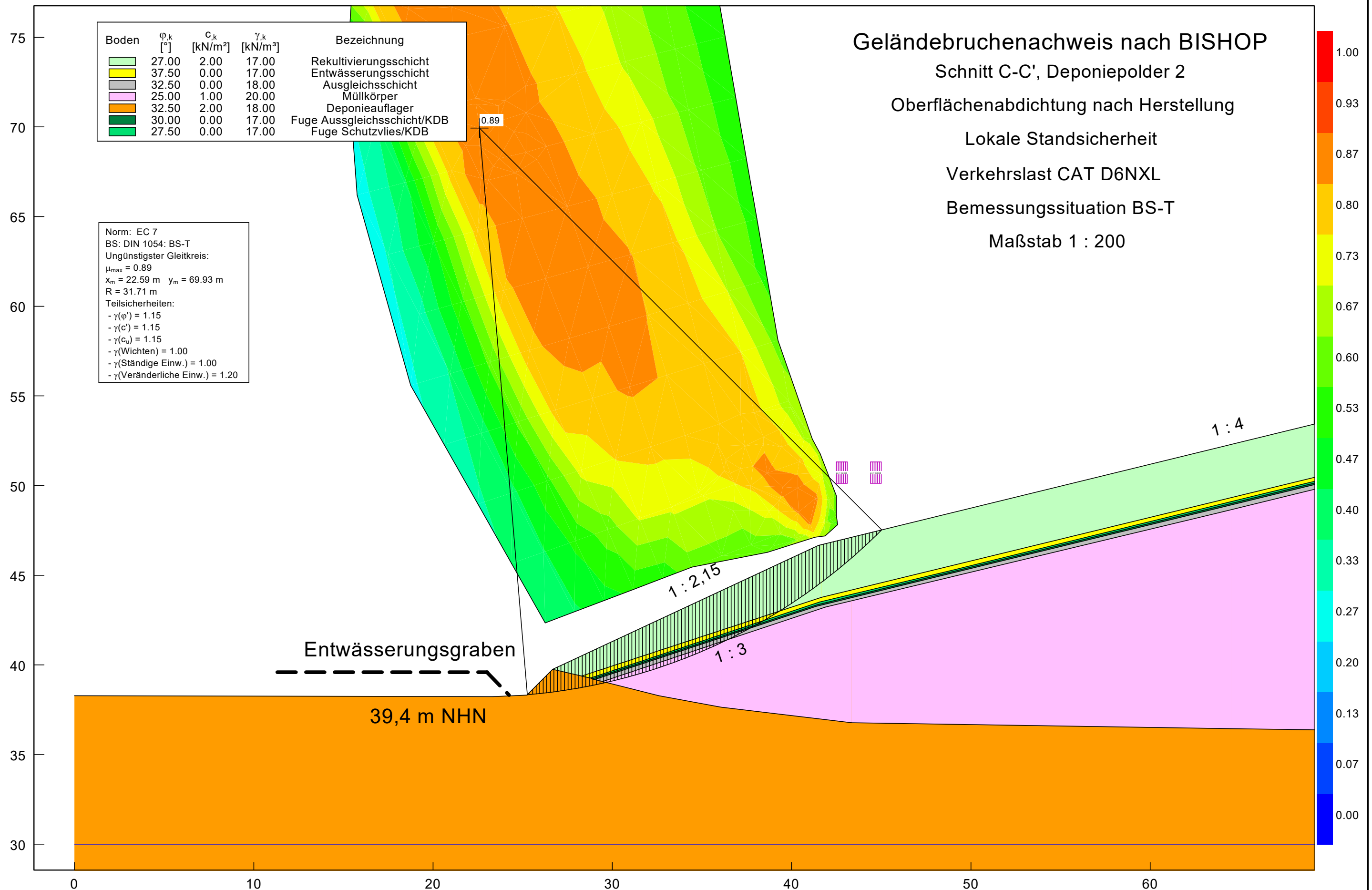
Bemessungssituation BS-T

Maßstab 1 : 500

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	25.00	1.00	20.00	Müllkörper
	32.50	2.00	18.00	Deponieauflager

Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.92$
 $x_m = 175.95 \text{ m}$ $y_m = 144.70 \text{ m}$
 $R = 110.42 \text{ m}$
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.15$
- $\gamma(c') = 1.15$
- $\gamma(c_u) = 1.15$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$





Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	27.00	2.00	17.00	Rekultivierungsschicht
	37.50	0.00	17.00	Entwässerungsschicht
	32.50	0.00	18.00	Ausgleichsschicht
	25.00	1.00	20.00	Müllkörper
	32.50	2.00	18.00	Deponieauflager
	30.00	0.00	17.00	Fuge Ausgleichsschicht/KDB
	27.50	0.00	17.00	Fuge Schutzvlies/KDB

Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{\max} = 0.68$
 $x_m = 21.26 \text{ m}$ $y_m = 139.11 \text{ m}$
 $R = 100.81 \text{ m}$
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.15$
- $\gamma(c') = 1.15$
- $\gamma(c_u) = 1.15$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$

Geländebruchennachweis nach BISHOP

Schnitt C-C', Deponiepolder 2

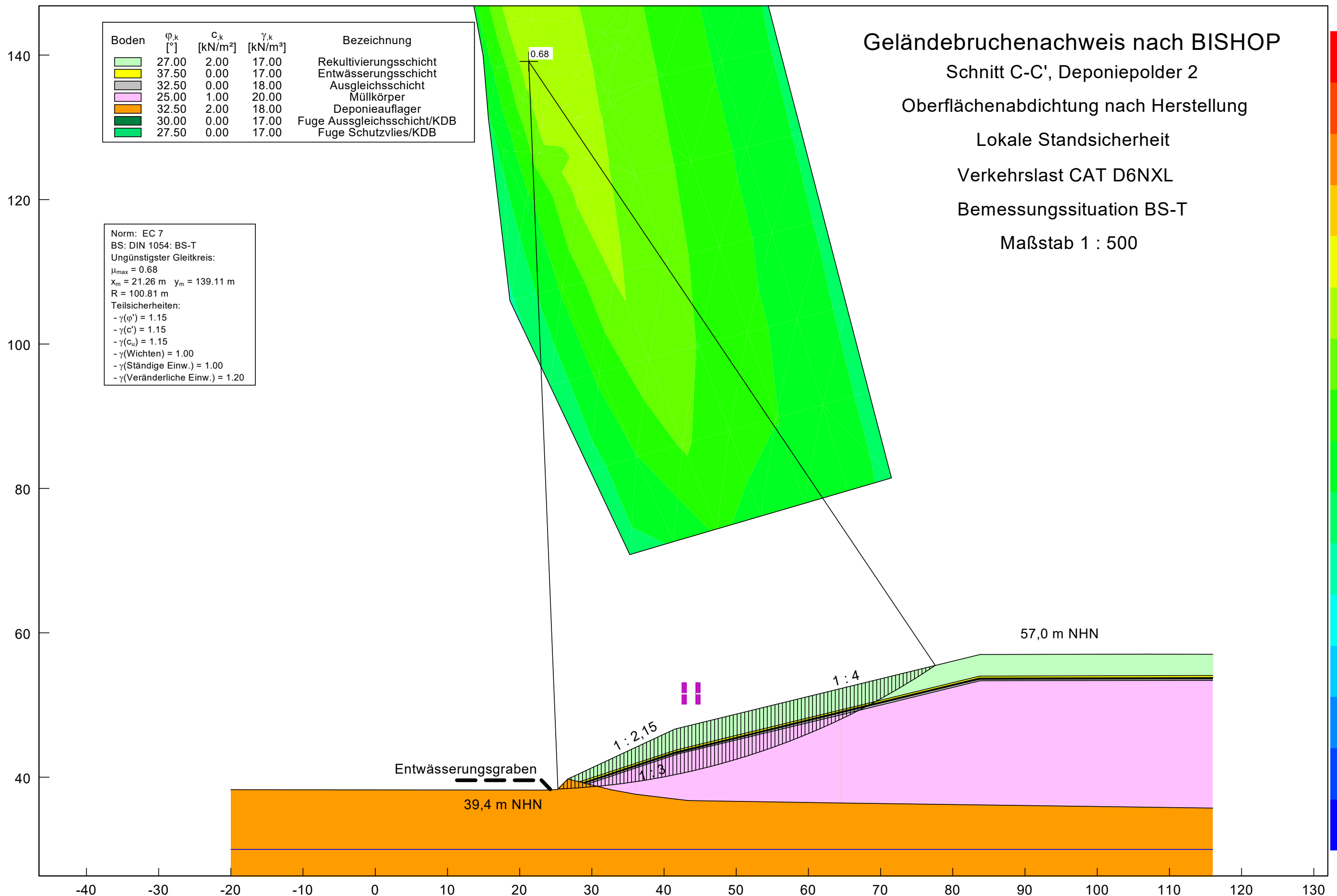
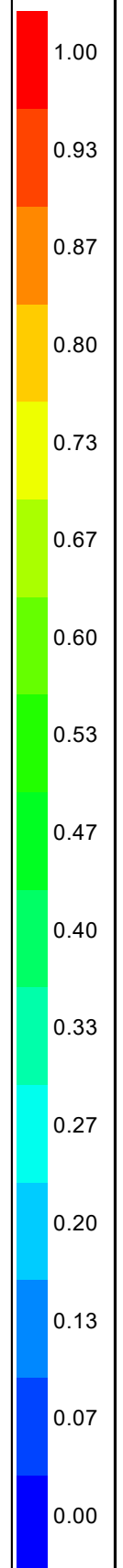
Oberflächenabdichtung nach Herstellung

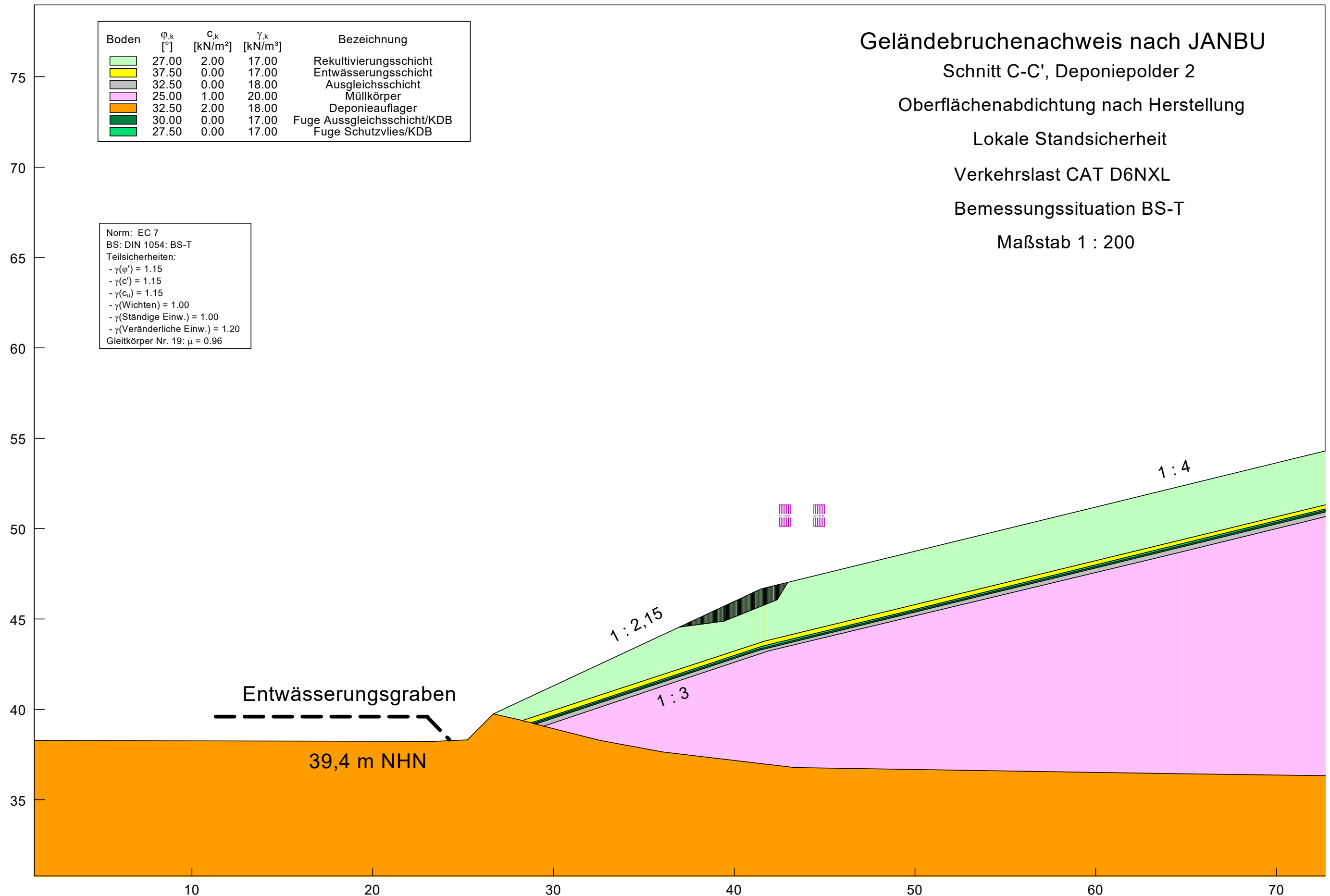
Lokale Standsicherheit

Verkehrslast CAT D6NXL

Bemessungssituation BS-T

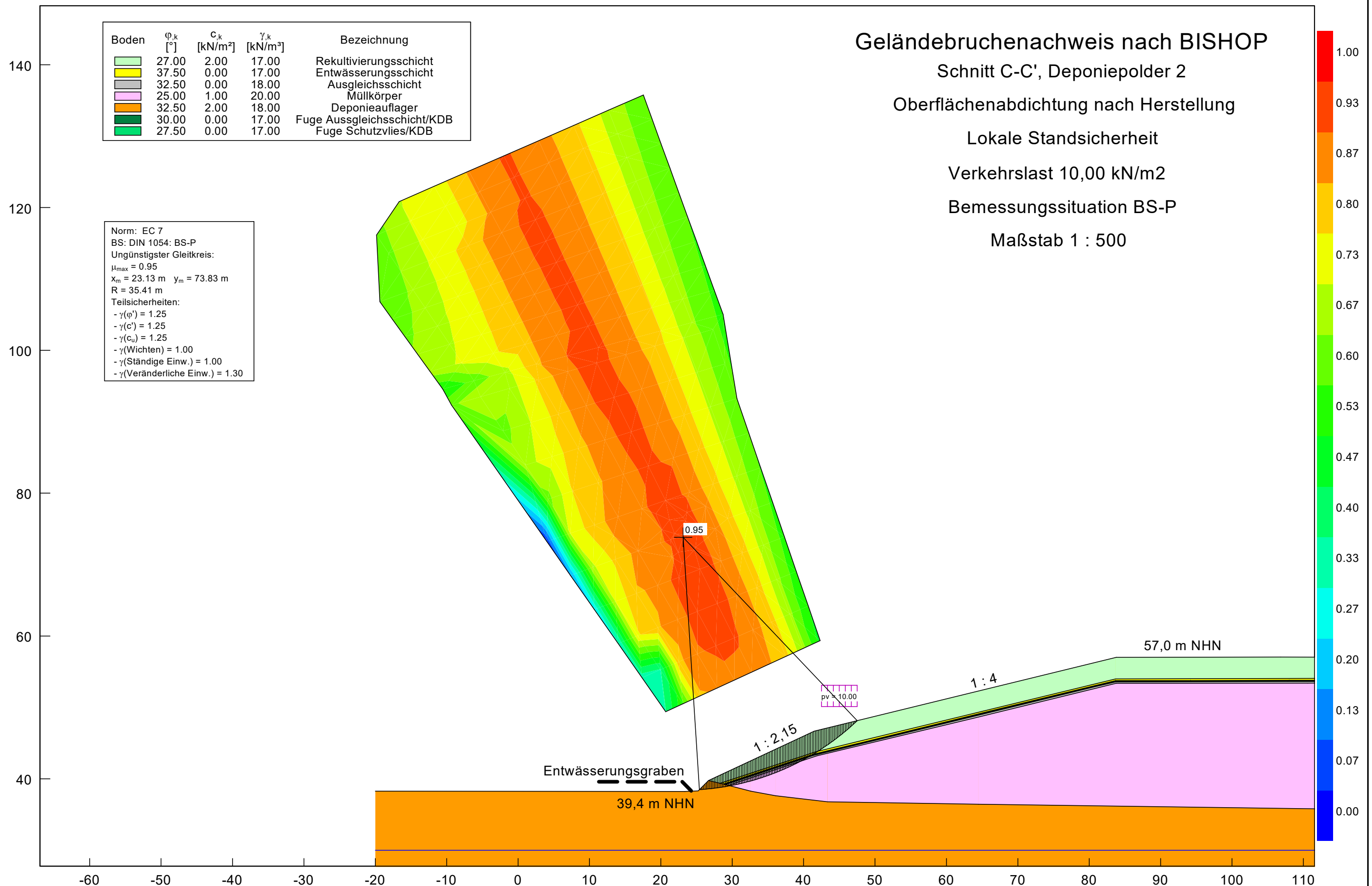
Maßstab 1 : 500







Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{\max} = 0.95$
 $x_m = 23.13 \text{ m}$ $y_m = 73.83 \text{ m}$
 $R = 35.41 \text{ m}$
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\phi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	27.00	2.00	17.00	Rekultivierungsschicht
	37.50	0.00	17.00	Entwässerungsschicht
	32.50	0.00	18.00	Ausgleichsschicht
	25.00	1.00	20.00	Müllkörper
	32.50	2.00	18.00	Deponieauflager
	30.00	0.00	17.00	Fuge Ausgleichsschicht/KDB
	27.50	0.00	17.00	Fuge Schutzvlies/KDB

Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{\max} = 0.74$
 $x_m = 9.06 \text{ m}$ $y_m = 179.71 \text{ m}$
 $R = 142.27 \text{ m}$
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Geländebruchennachweis nach BISHOP

Schnitt C-C', Deponiepolder 2

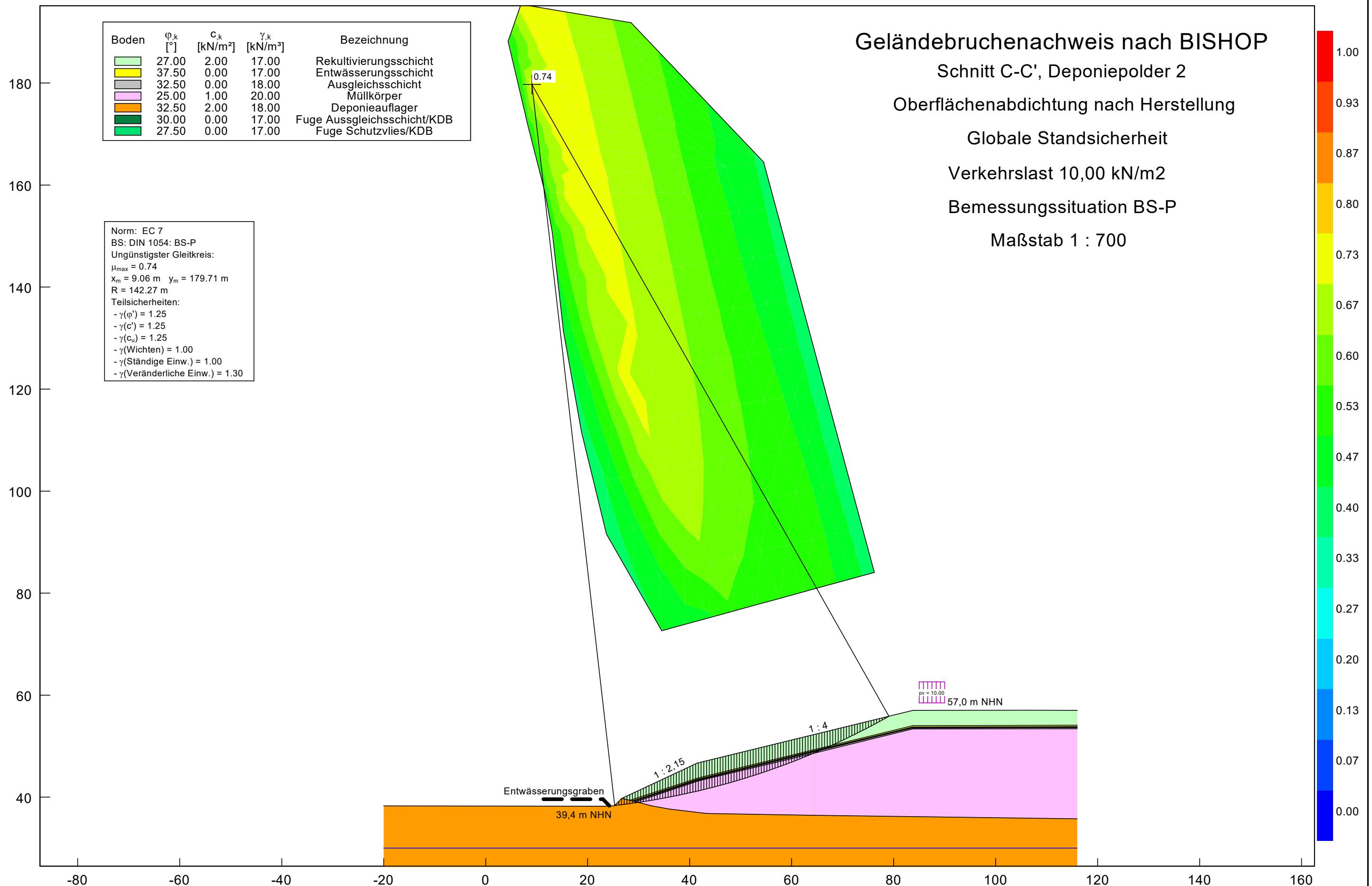
Oberflächenabdichtung nach Herstellung

Globale Standsicherheit

Verkehrslast 10,00 kN/m²

Bemessungssituation BS-P

Maßstab 1 : 700



Geländebruchenachweis nach JANBU

Schnitt C-C', Deponiepolder 2

Oberflächenabdichtung nach Herstellung

Lokale Standsicherheit

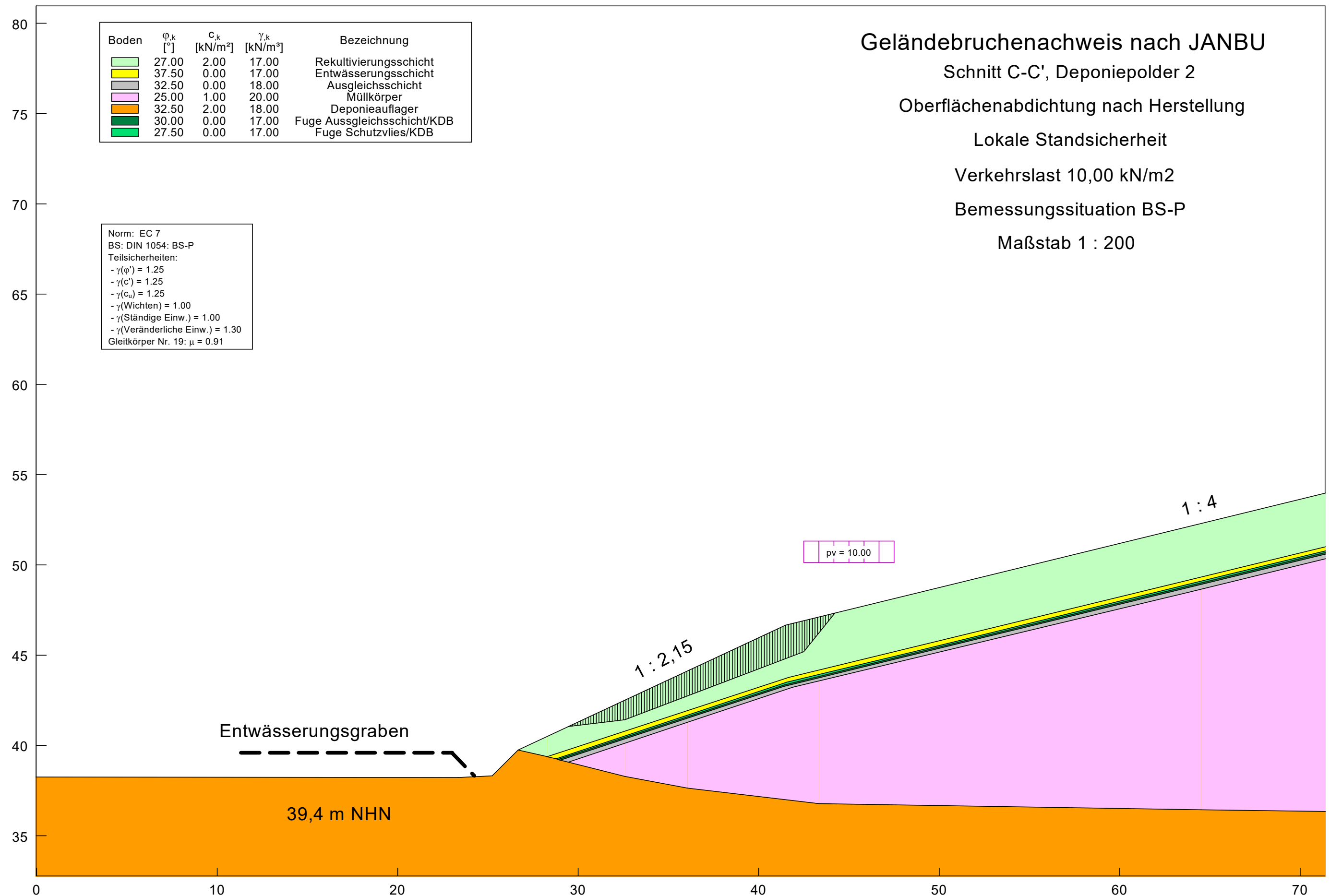
Verkehrslast 10,00 kN/m²

Bemessungssituation BS-P

Maßstab 1 : 200

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	27.00	2.00	17.00	Rekultivierungsschicht
	37.50	0.00	17.00	Entwässerungsschicht
	32.50	0.00	18.00	Ausgleichsschicht
	25.00	1.00	20.00	Müllkörper
	32.50	2.00	18.00	Deponieauflager
	30.00	0.00	17.00	Fuge Ausgleichsschicht/KDB
	27.50	0.00	17.00	Fuge Schutzvlies/KDB

Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
Gleitkörper Nr. 19: $\mu = 0.91$



**Gleitsicherheitsberechnung
nach GDA-Empfehlung E 2-7**

Bauzustand

Basisabdichtung: Fuge Mineralische Dichtung / Deponieplanum

Berechnung Verkehrslasten

Bemessungssituation BS-T



Bericht 2091/2023

Anlage 3.1.1

Seite 1

Größe	Formel- zeichen	Einheit	Wert		Bemerkung
Berechnung Verkehrslast OK Aufstandsfläche					
Gewicht des Baufahrzeuges	m	[t]	16,20		CAT D6N XL
Last des Baufahrzeuges	P	[kN]	158,92		$P = m \cdot g$
Breite der Auflagerung	b	[m]	0,60		eine Kettenbreite
Länge der Auflagerung	l	[m]	3,10		Auflagerlänge eine Kette
Anzahl der Auflagerungen	n	[1]	2		Ketten
Grundfläche einer Auflagerung	A	[m ²]	1,86		$A = b \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A _{Gesamt}	[m ²]	3,72		$A = b \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ_v	[kN/m ²]	42,72		$\sigma_v = P / A_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast UK Auflagerungsschicht					
Auflagerschicht	MD neu				
Mächtigkeit der Auflagerungsschicht	d	[m]	0,25		normal zur Gleitfuge
Lastausbreitungswinkel	θ	[°]	60,0		
		[rad]	1,0472		
Breite der Auflagerung	b'	[m]	1,47		$b' = b + 2 \cdot d \cdot \tan \theta$
Grundfläche einer Auflagerung je Kette	A'	[m ²]	4,54		$A' = b' \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A' _{Gesamt}	[m ²]	9,09		$A' = b' \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ'_v bzw. p_k	[kN/m ²]	17,48		$\sigma'_v = P / A'_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast Beschleunigung/ Verzögerung					
Faktor für Beschleunigung bzw. Verzögerung	a	[1]	0,30		
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung	σ_a	[kN/m ²]	12,82		$\sigma_a = \sigma_v \cdot a$
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung UK Auflagerungsschicht	σ'_a bzw. $p_{a,k}$	[kN/m ²]	5,25		$\sigma'_a = \sigma'_v \cdot a$

Gleitsicherheitsberechnung nach GDA-Empfehlung E 2-7

Bauzustand

Basisabdichtung: Fuge Mineralische Dichtung / Deponieplanum

Bemessungssituation BS-T



Bericht 2091/2023

Anlage 3.1.1

Seite 2

Böschungsgeometrie						
Böschungsnegung		1 : n	[1]	3,0		
Böschungswinkel		β	[°]	18,43		
			[rad]	0,3218		
Betrachtung der Schicht/ Fuge:						
Mächtigkeit der Schicht		d	[m]	0,25		normal zur Gleitfuge
Mächtigkeit durchströmter Anteil		m	[1]	0,000		
Verkehrslast		p_k	[kN/m²]	17,48		aus Seite 1
schichtparallele		$p_{a,k}$	[kN/m²]	5,25		aus Seite 1
Reibungswinkel		φ'_k / δ'_k	[°]	25,00		aus Seite 1
			[rad]	0,4363		
Adhäsion / Kohäsion		c'_k / a'_k	[kN/m²]	8,0		
Wichte des Bodens		γ_k	[kN/m³]	19,0		
Wichte wassergesättigter Boden		$\gamma_{r,k}$	[kN/m³]	21,2		$\gamma_{r,k} = (1-n) \cdot \gamma_k + n \cdot \gamma_w$
Wichte Boden unter Auftrieb		γ'_k	[kN/m³]	11,2		$\gamma'_k = (1-n) \cdot (\gamma_k - \gamma_w)$
Porenanteil		n	[1]	0,3		geschätzt
Korndichte		ρ_k	[t/m³]	2,65		geschätzt
Kornwichte		γ_k	[kN/m³]	26,0		$\gamma_k = \rho_k \cdot g$
Verkehrslast (Schnee)		p_v	[kN/m²]	0,00		

Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand GEO-3

für Bemessungssituation (Auswahl 1 bis 3)

				BS-T		2
für ständige Beanspruchungen		γ_G	[1]	1,00		
für ungünstige, veränderliche Beanspruchungen		γ_Q	[1]	1,20		
für den Reibungswinkel		$\gamma_\phi / \gamma_\delta$	[1]	1,15		
für Kohäsion / Adhäsion		γ_c / γ_a	[1]	1,15		

Formel

$$E_d = \sin \beta * [(1 - m) * d * \gamma_k * \gamma_G + m * d * \gamma_{r,k} * \gamma_G + p_k * \gamma_Q + p_v * \gamma_G] + p_{a,k} * \gamma_Q$$

$$R_d = \frac{c}{\gamma_c} + \cos \beta * \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} * [(1 - m) * d * \gamma_k + m * d * \gamma'_k + P_k + p_v]$$

Ergebnisse nach GDA E 2-7

Bemessungswert der Beanspruchung						
Bemessungswert des Gleitwiderstandes	E_d	[kN/m²]	14,431			
Ausnutzungsgrad	R_d	[kN/m²]	15,510			
	μ	[1]	0,93			

**Gleitsicherheitsberechnung
nach GDA-Empfehlung E 2-7**

Bauzustand

Basisabdichtung: Fuge KDB / Mineralische Dichtung

Berechnung Verkehrslasten

Bemessungssituation BS-T



Bericht 2091/2023

Anlage 3.1.2

Seite 1

Größe	Formel- zeichen	Einheit	Wert		Bemerkung
Berechnung Verkehrslast OK Aufstandsfläche					
Gewicht des Baufahrzeuges	m	[t]	0,00		-
Last des Baufahrzeuges	P	[kN]	0,00		$P = m \cdot g$
Breite der Auflagerung	b	[m]	0,84		eine Kettenbreite
Länge der Auflagerung	l	[m]	3,11		Auflagerlänge eine Kette
Anzahl der Auflagerungen	n	[1]	2		Ketten
Grundfläche einer Auflagerung	A	[m ²]	2,61		$A = b \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A _{Gesamt}	[m ²]	5,22		$A = b \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ_v	[kN/m ²]	0,00		$\sigma_v = P / A_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast UK Auflagerungsschicht					
Auflagerschicht	MD neu				
Mächtigkeit der Auflagerungsschicht	d	[m]	0,25		normal zur Gleitfuge
Lastausbreitungswinkel	θ	[°]	60,0		
		[rad]	1,0472		
Breite der Auflagerung	b'	[m]	1,71		$b' = b + 2 \cdot d \cdot \tan \theta$
Grundfläche einer Auflagerung je Kette	A'	[m ²]	5,31		$A' = b' \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A' _{Gesamt}	[m ²]	10,61		$A' = b' \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ'_v bzw. p_k	[kN/m ²]	0,00		$\sigma'_v = P / A'_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast Beschleunigung/ Verzögerung					
Faktor für Beschleunigung bzw. Verzögerung	a	[1]	0,30		
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung	σ_a	[kN/m ²]	0,00		$\sigma_a = \sigma_v \cdot a$
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung UK Auflagerungsschicht	σ'_a bzw. $p_{a,k}$	[kN/m ²]	0,00		$\sigma'_a = \sigma'_v \cdot a$

Gleitsicherheitsberechnung nach GDA-Empfehlung E 2-7

Bauzustand

Basisabdichtung: Fuge KDB / Mineralische Dichtung

Bemessungssituation BS-T



Bericht 2091/2023

Anlage 3.1.2

Seite 2

Böschungsgeometrie						
Böschungsnegung		1 : n	[1]	3,0		
Böschungswinkel		β	[°]	18,43		
			[rad]	0,3218		
Betrachtung der Schicht/ Fuge:						
Mächtigkeit der Schicht		d	[m]	0,30		normal zur Gleitfuge
Mächtigkeit durchströmter Anteil		m	[1]	0,030		
Verkehrslast		p_k	[kN/m²]	0,00		aus Seite 1
schichtparallele		$p_{a,k}$	[kN/m²]	0,00		aus Seite 1
Reibungswinkel		φ'_k / δ'_k	[°]	26,00		aus Seite 1
			[rad]	0,4538		
Adhäsion / Kohäsion		c'_k / a'_k	[kN/m²]	0,0		
Wichte des Bodens		γ_k	[kN/m³]	17,0		
Wichte wassergesättigter Boden		$\gamma_{r,k}$	[kN/m³]	21,2		$\gamma_{r,k} = (1-n) \cdot \gamma_k + n \cdot \gamma_w$
Wichte Boden unter Auftrieb		γ'_k	[kN/m³]	11,2		$\gamma'_k = (1-n) \cdot (\gamma_k - \gamma_w)$
Porenanteil		n	[1]	0,3		geschätzt
Korndichte		ρ_k	[t/m³]	2,65		geschätzt
Kornwichte		γ_k	[kN/m³]	26,0		$\gamma_k = \rho_k \cdot g$
Verkehrslast (Schnee)		p_v	[kN/m²]	0,00		

Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand GEO-3

für Bemessungssituation (Auswahl 1 bis 3)

				BS-T		2
für ständige Beanspruchungen		γ_G	[1]	1,00		
für ungünstige, veränderliche Beanspruchungen		γ_Q	[1]	1,20		
für den Reibungswinkel		$\gamma_\phi / \gamma_\delta$	[1]	1,15		
für Kohäsion / Adhäsion		γ_c / γ_a	[1]	1,15		

Formel

$$E_d = \sin \beta * [(1 - m) * d * \gamma_k * \gamma_G + m * d * \gamma_{r,k} * \gamma_G + p_k * \gamma_Q + p_v * \gamma_G] + p_{a,k} * \gamma_Q$$

$$R_d = \frac{c}{\gamma_c} + \cos \beta * \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} * [(1 - m) * d * \gamma_k + m * d * \gamma'_k + P_k + p_v]$$

Ergebnisse nach GDA E 2-7

Bemessungswert der Beanspruchung						
Bemessungswert des Gleitwiderstandes	E_d	[kN/m²]	1,625			
Ausnutzungsgrad	R_d	[kN/m²]	2,031			
	μ	[1]	0,80			

**Gleitsicherheitsberechnung
nach GDA-Empfehlung E 2-7**

Bauzustand

Basisabdichtung: Fuge Schutzvlies / KDB

Berechnung Verkehrslasten

Bemessungssituation BS-T



Bericht 2091/2023

Anlage 3.1.3

Seite 1

Größe	Formel- zeichen	Einheit	Wert		Bemerkung
Berechnung Verkehrslast OK Aufstandsfläche					
Gewicht des Baufahrzeuges	m	[t]	0,00		-
Last des Baufahrzeuges	P	[kN]	0,00		$P = m \cdot g$
Breite der Auflagerung	b	[m]	0,84		eine Kettenbreite
Länge der Auflagerung	l	[m]	3,11		Auflagerlänge eine Kette
Anzahl der Auflagerungen	n	[1]	2		Ketten
Grundfläche einer Auflagerung	A	[m ²]	2,61		$A = b \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A _{Gesamt}	[m ²]	5,22		$A = b \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ_v	[kN/m ²]	0,00		$\sigma_v = P / A_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast UK Auflagerungsschicht					
Auflagerschicht	MD neu				
Mächtigkeit der Auflagerungsschicht	d	[m]	0,25		normal zur Gleitfuge
Lastausbreitungswinkel	θ	[°]	60,0		
		[rad]	1,0472		
Breite der Auflagerung	b'	[m]	1,71		$b' = b + 2 \cdot d \cdot \tan \theta$
Grundfläche einer Auflagerung je Kette	A'	[m ²]	5,31		$A' = b' \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A' _{Gesamt}	[m ²]	10,61		$A' = b' \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ'_v bzw. p_k	[kN/m ²]	0,00		$\sigma'_v = P / A'_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast Beschleunigung/ Verzögerung					
Faktor für Beschleunigung bzw. Verzögerung	a	[1]	0,30		
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung	σ_a	[kN/m ²]	0,00		$\sigma_a = \sigma_v \cdot a$
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung UK Auflagerungsschicht	σ'_a bzw. $p_{a,k}$	[kN/m ²]	0,00		$\sigma'_a = \sigma'_v \cdot a$

Gleitsicherheitsberechnung nach GDA-Empfehlung E 2-7

Bauzustand

Basisabdichtung: Fuge Schutzvlies / KDB

Bemessungssituation BS-T



Bericht 2091/2023

Anlage 3.1.3

Seite 2

Böschungsgeometrie						
Böschungsnegung		1 : n	[1]	3,0		
Böschungswinkel		β	[°]	18,43		
			[rad]	0,3218		
Betrachtung der Schicht/ Fuge:						
Mächtigkeit der Schicht		d	[m]	0,30		normal zur Gleitfuge
Mächtigkeit durchströmter Anteil		m	[1]	0,030		
Verkehrslast		p_k	[kN/m²]	0,00		aus Seite 1
schichtparallele		$p_{a,k}$	[kN/m²]	0,00		aus Seite 1
Reibungswinkel		φ'_k / δ'_k	[°]	26,00		aus Seite 1
			[rad]	0,4538		
Adhäsion / Kohäsion		c'_k / a'_k	[kN/m²]	0,0		
Wichte des Bodens		γ_k	[kN/m³]	17,0		
Wichte wassergesättigter Boden		$\gamma_{r,k}$	[kN/m³]	21,2		$\gamma_{r,k} = (1-n) \cdot \gamma_k + n \cdot \gamma_w$
Wichte Boden unter Auftrieb		γ'_k	[kN/m³]	11,2		$\gamma'_k = (1-n) \cdot (\gamma_k - \gamma_w)$
Porenanteil		n	[1]	0,3		geschätzt
Korndichte		ρ_k	[t/m³]	2,65		geschätzt
Kornwichte		γ_k	[kN/m³]	26,0		$\gamma_k = \rho_k \cdot g$
Verkehrslast (Schnee)		p_v	[kN/m²]	0,00		

Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand GEO-3 für Bemessungssituation (Auswahl 1 bis 3)

				BS-T		2
für ständige Beanspruchungen		γ_G	[1]	1,00		
für ungünstige, veränderliche Beanspruchungen		γ_Q	[1]	1,20		
für den Reibungswinkel		$\gamma_\phi / \gamma_\delta$	[1]	1,15		
für Kohäsion / Adhäsion		γ_c / γ_a	[1]	1,15		

Formel

$$E_d = \sin \beta * [(1 - m) * d * \gamma_k * \gamma_G + m * d * \gamma_{r,k} * \gamma_G + p_k * \gamma_Q + p_v * \gamma_G] + p_{a,k} * \gamma_Q$$

$$R_d = \frac{c}{\gamma_c} + \cos \beta * \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} * [(1 - m) * d * \gamma_k + m * d * \gamma'_k + P_k + p_v]$$

Ergebnisse nach GDA E 2-7

Bemessungswert der Beanspruchung						
Bemessungswert des Gleitwiderstandes	E_d	[kN/m²]	1,625			
Ausnutzungsgrad	R_d	[kN/m²]	2,031			
	μ	[1]	0,80			

**Gleitsicherheitsberechnung
nach GDA-Empfehlung E 2-7**

Bauzustand

Basisabdichtung: Fuge EWS / Schutzvlies

Berechnung Verkehrslasten

Bemessungssituation BS-T



Bericht 2091/2023

Anlage 3.1.4

Seite 1

Größe	Formel- zeichen	Einheit	Wert	Bemerkung
Berechnung Verkehrslast OK Aufstandsfläche				
Gewicht des Baufahrzeuges	m	[t]	0,00	-
Last des Baufahrzeuges	P	[kN]	0,00	$P = m \cdot g$
Breite der Auflagerung	b	[m]	0,84	eine Kettenbreite
Länge der Auflagerung	l	[m]	3,11	Auflagerlänge eine Kette
Anzahl der Auflagerungen	n	[1]	2	Ketten
Grundfläche einer Auflagerung	A	[m²]	2,61	$A = b \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A _{Gesamt}	[m²]	5,22	$A = b \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ_v	[kN/m²]	0,00	$\sigma_v = P / A_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast UK Auflagerungsschicht				
Auflagerschicht	MD neu			
Mächtigkeit der Auflagerungsschicht	d	[m]	0,30	normal zur Gleitfuge
Lastausbreitungswinkel	θ	[°]	60,0	
		[rad]	1,0472	
Breite der Auflagerung	b'	[m]	1,88	$b' = b + 2 \cdot d \cdot \tan \theta$
Grundfläche einer Auflagerung je Kette	A'	[m²]	5,84	$A' = b' \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A' _{Gesamt}	[m²]	11,69	$A' = b' \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ'_v bzw. p_k	[kN/m²]	0,00	$\sigma'_v = P / A'_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast Beschleunigung/ Verzögerung				
Faktor für Beschleunigung bzw. Verzögerung	a	[1]	0,30	
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung	σ_a	[kN/m²]	0,00	$\sigma_a = \sigma_v \cdot a$
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung UK Auflagerungsschicht	σ'_a bzw. $p_{a,k}$	[kN/m²]	0,00	$\sigma'_a = \sigma'_v \cdot a$

Gleitsicherheitsberechnung nach GDA-Empfehlung E 2-7

Bauzustand

Basisabdichtung: Fuge EWS / Schutzvlies

Bemessungssituation BS-T



Bericht 2091/2023

Anlage 3.1.4

Seite 2

Böschungsgeometrie						
Böschungsnegung		1 : n	[1]	3,0		
Böschungswinkel		β	[°]	18,43		
			[rad]	0,3218		
Betrachtung der Schicht/ Fuge:						
Mächtigkeit der Schicht		d	[m]	0,30		normal zur Gleitfuge
Mächtigkeit durchströmter Anteil		m	[1]	0,030		
Verkehrslast		p _k	[kN/m²]	0,00		aus Seite 1
schichtparallele		p _{a,k}	[kN/m²]	0,00		aus Seite 1
Reibungswinkel		φ' _k / δ' _k	[°]	28,50		aus Seite 1
			[rad]	0,4974		
Adhäsion / Kohäsion		c' _k / a' _k	[kN/m²]	0,0		
Wichte des Bodens		γ _k	[kN/m³]	17,0		
Wichte wassergesättigter Boden		γ _{r,k}	[kN/m³]	21,2		γ _{r,k} = (1-n)*γ _k +n*γ _w
Wichte Boden unter Auftrieb		γ' _k	[kN/m³]	11,2		γ' _k = (1-n)*(γ _k -γ _w)
Porenanteil		n	[1]	0,3		geschätzt
Korndichte		ρ _k	[t/m³]	2,65		geschätzt
Kornwichte		γ _k	[kN/m³]	26,0		γ _k = ρ _k *g
Verkehrslast (Schnee)		p _v	[kN/m²]	0,00		

Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand GEO-3 für Bemessungssituation (Auswahl 1 bis 3)

				BS-T		2
für ständige Beanspruchungen		γ _G	[1]	1,00		
für ungünstige, veränderliche Beanspruchungen		γ _Q	[1]	1,20		
für den Reibungswinkel		γ _φ / γ _δ	[1]	1,15		
für Köhäsion / Adhäsion		γ _c / γ _a	[1]	1,15		

Formel

$$E_d = \sin \beta * [(1 - m) * d * \gamma_k * \gamma_G + m * d * \gamma_{r,k} * \gamma_G + p_k * \gamma_Q + p_v * \gamma_G] + p_{a,k} * \gamma_Q$$

$$R_d = \frac{c}{\gamma_c} + \cos \beta * \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} * [(1 - m) * d * \gamma_k + m * d * \gamma'_k + P_k + p_v]$$

Ergebnisse nach GDA E 2-7

Bemessungswert der Beanspruchung						
Bemessungswert des Gleitwiderstandes	E _d	[kN/m²]	1,625			
Ausnutzungsgrad	R _d	[kN/m²]	2,261			
	μ	[1]	0,72			

**Gleitsicherheitsberechnung
nach GDA-Empfehlung E 2-7**

Bauzustand

Oberflächenabdichtung: Fuge KDB / Ausgleichsschicht

Berechnung Verkehrslasten

Bemessungssituation BS-T



Bericht 2091/2023

Anlage 3.2.1

Seite 1

Größe	Formel- zeichen	Einheit	Wert	Bemerkung
Berechnung Verkehrslast OK Aufstandsfläche				
Gewicht des Baufahrzeuges	m	[t]	16,20	CAT D6N XL
Last des Baufahrzeuges	P	[kN]	158,92	$P = m \cdot g$
Breite der Auflagerung	b	[m]	0,60	eine Kettenbreite
Länge der Auflagerung	l	[m]	3,10	Auflagerlänge eine Kette
Anzahl der Auflagerungen	n	[1]	2	Ketten
Grundfläche einer Auflagerung	A	[m ²]	1,86	$A = b \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A _{Gesamt}	[m ²]	3,72	$A = b \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ_v	[kN/m ²]	42,72	$\sigma_v = P / A_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast UK Auflagerungsschicht				
Auflagerschicht	Reku 1. Lage 0,8 m über EWS			
Mächtigkeit der Auflagerungsschicht	d	[m]	1,10	normal zur Gleitfuge
Lastausbreitungswinkel	θ	[°]	60,0	
		[rad]	1,0472	
Breite der Auflagerung	b'	[m]	4,41	$b' = b + 2 \cdot d \cdot \tan \theta$
Grundfläche einer Auflagerung je Kette	A'	[m ²]	13,67	$A' = b' \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A' _{Gesamt}	[m ²]	27,35	$A' = b' \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ'_v bzw. p_k	[kN/m ²]	5,81	$\sigma'_v = P / A'_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast Beschleunigung/ Verzögerung				
Faktor für Beschleunigung bzw. Verzögerung	a	[1]	0,30	
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung	σ_a	[kN/m ²]	12,82	$\sigma_a = \sigma_v \cdot a$
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung UK Auflagerungsschicht	σ'_a bzw. $p_{a,k}$	[kN/m ²]	1,74	$\sigma'_a = \sigma'_v \cdot a$

Gleitsicherheitsberechnung nach GDA-Empfehlung E 2-7

Bauzustand

Oberflächenabdichtung: Fuge KDB / Ausgleichsschicht

Bemessungssituation BS-T



Bericht 2091/2023

Anlage 3.2.1

Seite 2

Böschungsgeometrie						
Böschungsnegung		1 : n	[1]	3,0		
Böschungswinkel		β	[°]	18,43		
			[rad]	0,3218		
Betrachtung der Schicht/ Fuge:						
Mächtigkeit der Schicht		d	[m]	1,10		normal zur Gleitfuge
Mächtigkeit durchströmter Anteil		m	[1]	0,000		
Verkehrslast		p_k	[kN/m²]	5,81		aus Seite 1
schichtparallele		$p_{a,k}$	[kN/m²]	1,74		aus Seite 1
Reibungswinkel		φ'_k / δ'_k	[°]	30,00		aus Seite 1
			[rad]	0,5236		
Adhäsion / Kohäsion		c'_k / a'_k	[kN/m²]	0,0		
Wichte des Bodens		γ_k	[kN/m³]	17,0		
Wichte wassergesättigter Boden		$\gamma_{r,k}$	[kN/m³]	21,2		$\gamma_{r,k} = (1-n) \cdot \gamma_k + n \cdot \gamma_w$
Wichte Boden unter Auftrieb		γ'_k	[kN/m³]	11,2		$\gamma'_k = (1-n) \cdot (\gamma_k - \gamma_w)$
Porenanteil		n	[1]	0,3		geschätzt
Korndichte		ρ_k	[t/m³]	2,65		geschätzt
Kornwichte		γ_k	[kN/m³]	26,0		$\gamma_k = \rho_k \cdot g$
Verkehrslast (Schnee)		p_v	[kN/m²]	0,00		

Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand GEO-3

für Bemessungssituation (Auswahl 1 bis 3)

				BS-T		2
für ständige Beanspruchungen		γ_G	[1]	1,00		
für ungünstige, veränderliche Beanspruchungen		γ_Q	[1]	1,20		
für den Reibungswinkel		$\gamma_\phi / \gamma_\delta$	[1]	1,15		
für Kohäsion / Adhäsion		γ_c / γ_a	[1]	1,15		

Formel

$$E_d = \sin \beta * [(1 - m) * d * \gamma_k * \gamma_G + m * d * \gamma_{r,k} * \gamma_G + p_k * \gamma_Q + p_v * \gamma_G] + p_{a,k} * \gamma_Q$$

$$R_d = \frac{c}{\gamma_c} + \cos \beta * \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} * [(1 - m) * d * \gamma_k + m * d * \gamma'_k + P_k + p_v]$$

Ergebnisse nach GDA E 2-7

Bemessungswert der Beanspruchung						
Bemessungswert des Gleitwiderstandes	E_d	[kN/m²]	10,211			
Ausnutzungsgrad	R_d	[kN/m²]	11,674			
	μ	[1]	0,87			

**Gleitsicherheitsberechnung
nach GDA-Empfehlung E 2-7**

Bauzustand

Oberflächenabdichtung: Fuge Schutzvlies / KDB

Berechnung Verkehrslasten

Bemessungssituation BS-T



Bericht 2091/2023

Anlage 3.2.2

Seite 1

Größe	Formel- zeichen	Einheit	Wert		Bemerkung
Berechnung Verkehrslast OK Aufstandsfläche					
Gewicht des Baufahrzeuges	m	[t]	16,20		CAT D6N XL
Last des Baufahrzeuges	P	[kN]	158,92		$P = m \cdot g$
Breite der Auflagerung	b	[m]	0,60		eine Kettenbreite
Länge der Auflagerung	l	[m]	3,10		Auflagerlänge eine Kette
Anzahl der Auflagerungen	n	[1]	2		Ketten
Grundfläche einer Auflagerung	A	[m ²]	1,86		$A = b \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A _{Gesamt}	[m ²]	3,72		$A = b \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ_v	[kN/m ²]	42,72		$\sigma_v = P / A_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast UK Auflagerungsschicht					
Auflagerschicht	Reku 1. Lage 0,8 m über EWS				
Mächtigkeit der Auflagerungsschicht	d	[m]	1,10		normal zur Gleitfuge
Lastausbreitungswinkel	θ	[°]	60,0		
		[rad]	1,0472		
Breite der Auflagerung	b'	[m]	4,41		$b' = b + 2 \cdot d \cdot \tan \theta$
Grundfläche einer Auflagerung je Kette	A'	[m ²]	13,67		$A' = b' \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A' _{Gesamt}	[m ²]	27,35		$A' = b' \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ'_v bzw. p_k	[kN/m ²]	5,81		$\sigma'_v = P / A'_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast Beschleunigung/ Verzögerung					
Faktor für Beschleunigung bzw. Verzögerung	a	[1]	0,30		
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung	σ_a	[kN/m ²]	12,82		$\sigma_a = \sigma_v \cdot a$
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung UK Auflagerungsschicht	σ'_a bzw. $p_{a,k}$	[kN/m ²]	1,74		$\sigma'_a = \sigma'_v \cdot a$

Gleitsicherheitsberechnung nach GDA-Empfehlung E 2-7

Bauzustand

Oberflächenabdichtung: Fuge Schutzvlies / KDB

Bemessungssituation BS-T



Bericht 2091/2023

Anlage 3.2.2

Seite 2

Böschungsgeometrie						
Böschungsnegung		1 : n	[1]	3,0		
Böschungswinkel		β	[°]	18,43		
			[rad]	0,3218		
Betrachtung der Schicht/ Fuge:						
Mächtigkeit der Schicht		d	[m]	1,10		normal zur Gleitfuge
Mächtigkeit durchströmter Anteil		m	[1]	0,000		
Verkehrslast		p_k	[kN/m²]	5,81		aus Seite 1
schichtparallele		$p_{a,k}$	[kN/m²]	1,74		aus Seite 1
Reibungswinkel		φ'_k / δ'_k	[°]	26,00		aus Seite 1
			[rad]	0,4538		
Adhäsion / Kohäsion		c'_k / a'_k	[kN/m²]	1,0		
Wichte des Bodens		γ_k	[kN/m³]	17,0		
Wichte wassergesättigter Boden		$\gamma_{r,k}$	[kN/m³]	21,2		$\gamma_{r,k} = (1-n) \cdot \gamma_k + n \cdot \gamma_w$
Wichte Boden unter Auftrieb		γ'_k	[kN/m³]	11,2		$\gamma'_k = (1-n) \cdot (\gamma_k - \gamma_w)$
Porenanteil		n	[1]	0,3		geschätzt
Korndichte		ρ_k	[t/m³]	2,65		geschätzt
Kornwichte		γ_k	[kN/m³]	26,0		$\gamma_k = \rho_k \cdot g$
Verkehrslast (Schnee)		p_v	[kN/m²]	0,00		

Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand GEO-3 für Bemessungssituation (Auswahl 1 bis 3)

				BS-T		2
für ständige Beanspruchungen		γ_G	[1]	1,00		
für ungünstige, veränderliche Beanspruchungen		γ_Q	[1]	1,20		
für den Reibungswinkel		$\gamma_\phi / \gamma_\delta$	[1]	1,15		
für Kohäsion / Adhäsion		γ_c / γ_a	[1]	1,15		

Formel

$$E_d = \sin \beta * [(1 - m) * d * \gamma_k * \gamma_G + m * d * \gamma_{r,k} * \gamma_G + p_k * \gamma_Q + p_v * \gamma_G] + p_{a,k} * \gamma_Q$$

$$R_d = \frac{c}{\gamma_c} + \cos \beta * \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} * [(1 - m) * d * \gamma_k + m * d * \gamma'_k + P_k + p_v]$$

Ergebnisse nach GDA E 2-7

Bemessungswert der Beanspruchung						
Bemessungswert des Gleitwiderstandes	E_d	[kN/m²]	10,211			
Ausnutzungsgrad	R_d	[kN/m²]	10,732			
	μ	[1]	0,95			

**Gleitsicherheitsberechnung
nach GDA-Empfehlung E 2-7**

Bauzustand

Oberflächenabdichtung: Fuge EWS / Schutzvlies

Berechnung Verkehrslasten

Bemessungssituation BS-T



Bericht 2091/2023

Anlage 3.2.3

Seite 1

Größe	Formel- zeichen	Einheit	Wert		Bemerkung
Berechnung Verkehrslast OK Aufstandsfläche					
Gewicht des Baufahrzeuges	m	[t]	16,20		CAT D6N XL
Last des Baufahrzeuges	P	[kN]	158,92		$P = m \cdot g$
Breite der Auflagerung	b	[m]	0,60		eine Kettenbreite
Länge der Auflagerung	l	[m]	3,10		Auflagerlänge eine Kette
Anzahl der Auflagerungen	n	[1]	2		Ketten
Grundfläche einer Auflagerung	A	[m ²]	1,86		$A = b \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A _{Gesamt}	[m ²]	3,72		$A = b \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ_v	[kN/m ²]	42,72		$\sigma_v = P / A_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast UK Auflagerungsschicht					
Auflagerschicht	Reku 1. Lage 0,8 m über EWS				
Mächtigkeit der Auflagerungsschicht	d	[m]	1,10		normal zur Gleitfuge
Lastausbreitungswinkel	θ	[°]	60,0		
		[rad]	1,0472		
Breite der Auflagerung	b'	[m]	4,41		$b' = b + 2 \cdot d \cdot \tan \theta$
Grundfläche einer Auflagerung je Kette	A'	[m ²]	13,67		$A' = b' \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A' _{Gesamt}	[m ²]	27,35		$A' = b' \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ'_v bzw. p_k	[kN/m ²]	5,81		$\sigma'_v = P / A'_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast Beschleunigung/ Verzögerung					
Faktor für Beschleunigung bzw. Verzögerung	a	[1]	0,30		
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung	σ_a	[kN/m ²]	12,82		$\sigma_a = \sigma_v \cdot a$
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung UK Auflagerungsschicht	σ'_a bzw. $p_{a,k}$	[kN/m ²]	1,74		$\sigma'_a = \sigma'_v \cdot a$

**Gleitsicherheitsberechnung
nach GDA-Empfehlung E 2-7**

Bauzustand

Oberflächenabdichtung: Fuge EWS / Schutzvlies

Bemessungssituation BS-T



Bericht 2091/2023

Anlage 3.2.3

Seite 2

Böschungsgeometrie						
Böschungsnegung		1 : n	[1]	3,0		
Böschungswinkel		β	[°]	18,43		
			[rad]	0,3218		
Betrachtung der Schicht/ Fuge:						
Mächtigkeit der Schicht		d	[m]	1,10		normal zur Gleitfuge
Mächtigkeit durchströmter Anteil		m	[1]	0,000		
Verkehrslast		p_k	[kN/m²]	5,81		aus Seite 1
schichtparallele		$p_{a,k}$	[kN/m²]	1,74		aus Seite 1
Reibungswinkel		φ'_k / δ'_k	[°]	28,50		aus Seite 1
			[rad]	0,4974		
Adhäsion / Kohäsion		c'_k / a'_k	[kN/m²]	0,0		
Wichte des Bodens		γ_k	[kN/m³]	17,0		
Wichte wassergesättigter Boden		$\gamma_{r,k}$	[kN/m³]	21,2		$\gamma_{r,k} = (1-n) \cdot \gamma_k + n \cdot \gamma_w$
Wichte Boden unter Auftrieb		γ'_k	[kN/m³]	11,2		$\gamma'_k = (1-n) \cdot (\gamma_k - \gamma_w)$
Porenanteil		n	[1]	0,3		geschätzt
Korndichte		ρ_k	[t/m³]	2,65		geschätzt
Kornwichte		γ_k	[kN/m³]	26,0		$\gamma_k = \rho_k \cdot g$
Verkehrslast (Schnee)		p_v	[kN/m²]	0,00		

**Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand GEO-3
für Bemessungssituation (Auswahl 1 bis 3)**

				BS-T		2
für ständige Beanspruchungen		γ_G	[1]	1,00		
für ungünstige, veränderliche Beanspruchungen		γ_Q	[1]	1,20		
für den Reibungswinkel		$\gamma_\phi / \gamma_\delta$	[1]	1,15		
für Kohäsion / Adhäsion		γ_c / γ_a	[1]	1,15		

Formel

$$E_d = \sin \beta * [(1 - m) * d * \gamma_k * \gamma_G + m * d * \gamma_{r,k} * \gamma_G + p_k * \gamma_Q + p_v * \gamma_G] + p_{a,k} * \gamma_Q$$

$$R_d = \frac{c}{\gamma_c} + \cos \beta * \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} * [(1 - m) * d * \gamma_k + m * d * \gamma'_k + P_k + p_v]$$

Ergebnisse nach GDA E 2-7

Bemessungswert der Beanspruchung						
Bemessungswert des Gleitwiderstandes	E_d	[kN/m²]	10,211			
Ausnutzungsgrad	R_d	[kN/m²]	10,979			
	μ	[1]	0,93			

**Gleitsicherheitsberechnung
nach GDA-Empfehlung E 2-7**

Bauzustand

Oberflächenabdichtung: Fuge Reku / EWS

Berechnung Verkehrslasten

Bemessungssituation BS-T



Bericht 2091/2023

Anlage 3.2.4

Seite 1

Größe	Formel- zeichen	Einheit	Wert		Bemerkung
Berechnung Verkehrslast OK Aufstandsfläche					
Gewicht des Baufahrzeuges	m	[t]	16,20		CAT D6N XL
Last des Baufahrzeuges	P	[kN]	158,92		$P = m \cdot g$
Breite der Auflagerung	b	[m]	0,60		eine Kettenbreite
Länge der Auflagerung	l	[m]	3,10		Auflagerlänge eine Kette
Anzahl der Auflagerungen	n	[1]	2		Ketten
Grundfläche einer Auflagerung	A	[m²]	1,86		$A = b \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A _{Gesamt}	[m²]	3,72		$A = b \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ_v	[kN/m²]	42,72		$\sigma_v = P / A_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast UK Auflagerungsschicht					
Auflagerschicht	Reku 1. Lage 0,8 m über EWS				
Mächtigkeit der Auflagerungsschicht	d	[m]	0,80		normal zur Gleitfuge
Lastausbreitungswinkel	θ	[°]	60,0		
		[rad]	1,0472		
Breite der Auflagerung	b'	[m]	3,37		$b' = b + 2 \cdot d \cdot \tan \theta$
Grundfläche einer Auflagerung je Kette	A'	[m²]	10,45		$A' = b' \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A' _{Gesamt}	[m²]	20,90		$A' = b' \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ'_v bzw. p_k	[kN/m²]	7,60		$\sigma'_v = P / A'_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast Beschleunigung/ Verzögerung					
Faktor für Beschleunigung bzw. Verzögerung	a	[1]	0,30		
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung	σ_a	[kN/m²]	12,82		$\sigma_a = \sigma_v \cdot a$
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung UK Auflagerungsschicht	σ'_a bzw. $p_{a,k}$	[kN/m²]	2,28		$\sigma'_a = \sigma'_v \cdot a$

Gleitsicherheitsberechnung nach GDA-Empfehlung E 2-7

Bauzustand

Oberflächenabdichtung: Fuge Reku / EWS

Bemessungssituation BS-T



Bericht 2091/2023

Anlage 3.2.4

Seite 2

Böschungsgeometrie						
Böschungsnegung		1 : n	[1]	3,0		
Böschungswinkel		β	[°]	18,43		
			[rad]	0,3218		
Betrachtung der Schicht/ Fuge:						
Mächtigkeit der Schicht		d	[m]	0,80		normal zur Gleitfuge
Mächtigkeit durchströmter Anteil		m	[1]	0,000		
Verkehrslast		p _k	[kN/m²]	7,60		aus Seite 1
schichtparallele		p _{a,k}	[kN/m²]	2,28		aus Seite 1
Reibungswinkel		φ' _k / δ' _k	[°]	30,00		aus Seite 1
			[rad]	0,5236		
Adhäsion / Kohäsion		c' _k / a' _k	[kN/m²]	0,0		
Wichte des Bodens		γ _k	[kN/m³]	17,0		
Wichte wassergesättigter Boden		γ _{r,k}	[kN/m³]	21,2		γ _{r,k} = (1-n)*γ _k +n*γ _w
Wichte Boden unter Auftrieb		γ' _k	[kN/m³]	11,2		γ' _k = (1-n)*(γ _k -γ _w)
Porenanteil		n	[1]	0,3		geschätzt
Korndichte		ρ _k	[t/m³]	2,65		geschätzt
Kornwichte		γ _k	[kN/m³]	26,0		γ _k = ρ _k *g
Verkehrslast (Schnee)		p _v	[kN/m²]	0,00		

Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand GEO-3 für Bemessungssituation (Auswahl 1 bis 3)

				BS-T		2
für ständige Beanspruchungen		γ _G	[1]	1,00		
für ungünstige, veränderliche Beanspruchungen		γ _Q	[1]	1,20		
für den Reibungswinkel		γ _φ / γ _δ	[1]	1,15		
für Köhäsion / Adhäsion		γ _c / γ _a	[1]	1,15		

Formel

$$E_d = \sin \beta * [(1 - m) * d * \gamma_k * \gamma_G + m * d * \gamma_{r,k} * \gamma_G + p_k * \gamma_Q + p_v * \gamma_G] + p_{a,k} * \gamma_Q$$

$$R_d = \frac{c}{\gamma_c} + \cos \beta * \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} * [(1 - m) * d * \gamma_k + m * d * \gamma'_k + P_k + p_v]$$

Ergebnisse nach GDA E 2-7

Bemessungswert der Beanspruchung						
Bemessungswert des Gleitwiderstandes	E _d	[kN/m²]	9,923			
Ausnutzungsgrad	R _d	[kN/m²]	10,099			
	μ	[1]	0,98			

**Gleitsicherheitsberechnung
nach GDA-Empfehlung E 2-7**

Endzustand

Oberflächenabdichtung: Fuge KDB / Ausgleichsschicht

Berechnung Verkehrslasten

Bemessungssituation BS-P



Bericht 2091/2023

Anlage 3.3.1

Seite 1

Größe	Formel- zeichen	Einheit	Wert		Bemerkung
Berechnung Verkehrslast OK Aufstandsfläche					
Gewicht des Baufahrzeuges	m	[t]	0,00		-
Last des Baufahrzeuges	P	[kN]	0,00		$P = m \cdot g$
Breite der Auflagerung	b	[m]	0,50		eine Kettenbreite
Länge der Auflagerung	l	[m]	3,00		Auflagerlänge eine Kette
Anzahl der Auflagerungen	n	[1]	2		Ketten
Grundfläche einer Auflagerung	A	[m ²]	1,50		$A = b \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A _{Gesamt}	[m ²]	3,00		$A = b \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ_v	[kN/m ²]	0,00		$\sigma_v = P / A_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast UK Auflagerungsschicht					
Auflagerschicht	Reku				
Mächtigkeit der Auflagerungsschicht	d	[m]	3,30		normal zur Gleitfuge
Lastausbreitungswinkel	θ	[°]	60,0		
		[rad]	1,0472		
Breite der Auflagerung	b'	[m]	11,93		$b' = b + 2 \cdot d \cdot \tan \theta$
Grundfläche einer Auflagerung je Kette	A'	[m ²]	35,79		$A' = b' \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A' _{Gesamt}	[m ²]	71,59		$A' = b' \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ'_v bzw. p_k	[kN/m ²]	0,00		$\sigma'_v = P / A'_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast Beschleunigung/ Verzögerung					
Faktor für Beschleunigung bzw. Verzögerung	a	[1]	0,30		
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung	σ_a	[kN/m ²]	0,00		$\sigma_a = \sigma_v \cdot a$
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung UK Auflagerungsschicht	σ'_a bzw. $p_{a,k}$	[kN/m ²]	0,00		$\sigma'_a = \sigma'_v \cdot a$

**Gleitsicherheitsberechnung
nach GDA-Empfehlung E 2-7**

Endzustand

Oberflächenabdichtung: Fuge KDB / Ausgleichsschicht

Bemessungssituation BS-P



Bericht 2091/2023

Anlage 3.3.1

Seite 2

Böschungsgeometrie						
Böschungsnegung		1 : n	[1]	3,0		
Böschungswinkel		β	[°]	18,43		
			[rad]	0,3218		
Betrachtung der Schicht/ Fuge:						
Mächtigkeit der Schicht		d	[m]	3,30		normal zur Gleitfuge
Mächtigkeit durchströmter Anteil		m	[1]	0,000		
Verkehrslast		p_k	[kN/m²]	0,00		aus Seite 1
schichtparallele		$p_{a,k}$	[kN/m²]	0,00		aus Seite 1
Reibungswinkel		φ'_k / δ'_k	[°]	30,00		aus Seite 1
			[rad]	0,5236		
Adhäsion / Kohäsion		c'_k / a'_k	[kN/m²]	0,0		
Wichte des Bodens		γ_k	[kN/m³]	17,0		
Wichte wassergesättigter Boden		$\gamma_{r,k}$	[kN/m³]	21,2		$\gamma_{r,k} = (1-n) \cdot \gamma_k + n \cdot \gamma_w$
Wichte Boden unter Auftrieb		γ'_k	[kN/m³]	11,2		$\gamma'_k = (1-n) \cdot (\gamma_k - \gamma_w)$
Porenanteil		n	[1]	0,3		geschätzt
Korndichte		ρ_k	[t/m³]	2,65		geschätzt
Kornwichte		γ_k	[kN/m³]	26,0		$\gamma_k = \rho_k \cdot g$
Verkehrslast (Schnee)		p_v	[kN/m²]	0,00		

Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand GEO-3

für Bemessungssituation (Auswahl 1 bis 3)

				BS-P		2
für ständige Beanspruchungen		γ_G	[1]	1,00		
für ungünstige, veränderliche Beanspruchungen		γ_Q	[1]	1,30		
für den Reibungswinkel		$\gamma_\phi / \gamma_\delta$	[1]	1,25		
für Kohäsion / Adhäsion		γ_c / γ_a	[1]	1,25		

Formel

$$E_d = \sin \beta * [(1 - m) * d * \gamma_k * \gamma_G + m * d * \gamma_{r,k} * \gamma_G + p_k * \gamma_Q + p_v * \gamma_G] + p_{a,k} * \gamma_Q$$

$$R_d = \frac{c}{\gamma_c} + \cos \beta * \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} * [(1 - m) * d * \gamma_k + m * d * \gamma'_k + P_k + p_v]$$

Ergebnisse nach GDA E 2-7

Bemessungswert der Beanspruchung						
Bemessungswert des Gleitwiderstandes	E_d	[kN/m²]	17,740			
Ausnutzungsgrad	R_d	[kN/m²]	24,582			
	μ	[1]	0,72			

**Gleitsicherheitsberechnung
nach GDA-Empfehlung E 2-7**

Endzustand

Oberflächenabdichtung: Fuge Schutzvlies / KDB

Berechnung Verkehrslasten

Bemessungssituation BS-P



Bericht 2091/2023

Anlage 3.3.2

Seite 1

Größe	Formel- zeichen	Einheit	Wert	Bemerkung
Berechnung Verkehrslast OK Aufstandsfläche				
Gewicht des Baufahrzeuges	m	[t]	0,00	CAT D6N
Last des Baufahrzeuges	P	[kN]	0,00	$P = m \cdot g$
Breite der Auflagerung	b	[m]	0,84	eine Kettenbreite
Länge der Auflagerung	l	[m]	3,11	Auflagerlänge eine Kette
Anzahl der Auflagerungen	n	[1]	2	Ketten
Grundfläche einer Auflagerung	A	[m ²]	2,61	$A = b \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A _{Gesamt}	[m ²]	5,22	$A = b \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ_v	[kN/m ²]	0,00	$\sigma_v = P / A_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast UK Auflagerungsschicht				
Auflagerschicht	Reku 1. Lage 0,5 m über EWS			
Mächtigkeit der Auflagerungsschicht	d	[m]	3,30	normal zur Gleitfuge
Lastausbreitungswinkel	θ	[°]	60,0	
		[rad]	1,0472	
Breite der Auflagerung	b'	[m]	12,27	$b' = b + 2 \cdot d \cdot \tan \theta$
Grundfläche einer Auflagerung je Kette	A'	[m ²]	38,16	$A' = b' \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A' _{Gesamt}	[m ²]	76,33	$A' = b' \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ'_v bzw. p_k	[kN/m ²]	0,00	$\sigma'_v = P / A'_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast Beschleunigung/ Verzögerung				
Faktor für Beschleunigung bzw. Verzögerung	a	[1]	0,30	
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung	σ_a	[kN/m ²]	0,00	$\sigma_a = \sigma_v \cdot a$
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung UK Auflagerungsschicht	σ'_a bzw. $p_{a,k}$	[kN/m ²]	0,00	$\sigma'_a = \sigma'_v \cdot a$

Gleitsicherheitsberechnung nach GDA-Empfehlung E 2-7

Endzustand

Oberflächenabdichtung: Fuge Schutzvlies / KDB

Bemessungssituation BS-P



Bericht 2091/2023

Anlage 3.3.2

Seite 2

Böschungsgeometrie						
Böschungsnegung		1 : n	[1]	3,0		
Böschungswinkel		β	[°]	18,43		
			[rad]	0,3218		
Betrachtung der Schicht/ Fuge:						
Mächtigkeit der Schicht		d	[m]	3,30		normal zur Gleitfuge
Mächtigkeit durchströmter Anteil		m	[1]	0,000		
Verkehrslast		p_k	[kN/m²]	0,00		aus Seite 1
schichtparallele		$p_{a,k}$	[kN/m²]	0,00		aus Seite 1
Reibungswinkel		φ'_k / δ'_k	[°]	26,00		aus Seite 1
			[rad]	0,4538		
Adhäsion / Kohäsion		c'_k / a'_k	[kN/m²]	1,0		
Wichte des Bodens		γ_k	[kN/m³]	17,0		
Wichte wassergesättigter Boden		$\gamma_{r,k}$	[kN/m³]	21,2		$\gamma_{r,k} = (1-n) \cdot \gamma_k + n \cdot \gamma_w$
Wichte Boden unter Auftrieb		γ'_k	[kN/m³]	11,2		$\gamma'_k = (1-n) \cdot (\gamma_k - \gamma_w)$
Porenanteil		n	[1]	0,3		geschätzt
Korndichte		ρ_k	[t/m³]	2,65		geschätzt
Kornwichte		γ_k	[kN/m³]	26,0		$\gamma_k = \rho_k \cdot g$
Verkehrslast (Schnee)		p_v	[kN/m²]	0,00		

Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand GEO-3 für Bemessungssituation (Auswahl 1 bis 3)

				BS-P		2
für ständige Beanspruchungen		γ_G	[1]	1,00		
für ungünstige, veränderliche Beanspruchungen		γ_Q	[1]	1,30		
für den Reibungswinkel		$\gamma_\phi / \gamma_\delta$	[1]	1,25		
für Kohäsion / Adhäsion		γ_c / γ_a	[1]	1,25		

Formel

$$E_d = \sin \beta * [(1 - m) * d * \gamma_k * \gamma_G + m * d * \gamma_{r,k} * \gamma_G + p_k * \gamma_Q + p_v * \gamma_G] + p_{a,k} * \gamma_Q$$

$$R_d = \frac{c}{\gamma_c} + \cos \beta * \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} * [(1 - m) * d * \gamma_k + m * d * \gamma'_k + P_k + p_v]$$

Ergebnisse nach GDA E 2-7

Bemessungswert der Beanspruchung						
Bemessungswert des Gleitwiderstandes	E_d	[kN/m²]	17,740			
Ausnutzungsgrad	R_d	[kN/m²]	21,566			
	μ	[1]	0,82			

**Gleitsicherheitsberechnung
nach GDA-Empfehlung E 2-7**

Endzustand

Oberflächenabdichtung: Fuge EWS / Schutzvlies

Berechnung Verkehrslasten

Bemessungssituation BS-P



Bericht 2091/2023

Anlage 3.3.3

Seite 1

Größe	Formel- zeichen	Einheit	Wert		Bemerkung
Berechnung Verkehrslast OK Aufstandsfläche					
Gewicht des Baufahrzeuges	m	[t]	5,33		CAT D6N
Last des Baufahrzeuges	P	[kN]	52,24		$P = m \cdot g$
Breite der Auflagerung	b	[m]	0,84		eine Kettenbreite
Länge der Auflagerung	l	[m]	3,11		Auflagerlänge eine Kette
Anzahl der Auflagerungen	n	[1]	2		Ketten
Grundfläche einer Auflagerung	A	[m²]	2,61		$A = b \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A _{Gesamt}	[m²]	5,22		$A = b \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ_v	[kN/m²]	10,00		$\sigma_v = P / A_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast UK Auflagerungsschicht					
Auflagerschicht	Reku 1. Lage 0,5 m über EWS				
Mächtigkeit der Auflagerungsschicht	d	[m]	0,80		normal zur Gleitfuge
Lastausbreitungswinkel	θ	[°]	60,0		
		[rad]	1,0472		
Breite der Auflagerung	b'	[m]	3,61		$b' = b + 2 \cdot d \cdot \tan \theta$
Grundfläche einer Auflagerung je Kette	A'	[m²]	11,23		$A' = b' \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A' _{Gesamt}	[m²]	22,46		$A' = b' \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ'_v bzw. p_k	[kN/m²]	2,33		$\sigma'_v = P / A'_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast Beschleunigung/ Verzögerung					
Faktor für Beschleunigung bzw. Verzögerung	a	[1]	0,30		
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung	σ_a	[kN/m²]	3,00		$\sigma_a = \sigma_v \cdot a$
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung UK Auflagerungsschicht	σ'_a bzw. $p_{a,k}$	[kN/m²]	0,70		$\sigma'_a = \sigma'_v \cdot a$

Gleitsicherheitsberechnung nach GDA-Empfehlung E 2-7

Endzustand

Oberflächenabdichtung: Fuge EWS / Schutzvlies

Bemessungssituation BS-P



Bericht 2091/2023

Anlage 3.3.3

Seite 2

Böschungsgeometrie						
Böschungsnegung		1 : n	[1]	3,0		
Böschungswinkel		β	[°]	18,43		
			[rad]	0,3218		
Betrachtung der Schicht/ Fuge:						
Mächtigkeit der Schicht		d	[m]	3,30		normal zur Gleitfuge
Mächtigkeit durchströmter Anteil		m	[1]	0,300		
Verkehrslast		p_k	[kN/m²]	2,33		aus Seite 1
schichtparallele		$p_{a,k}$	[kN/m²]	0,70		aus Seite 1
Reibungswinkel		φ'_k / δ'_k	[°]	28,50		aus Seite 1
			[rad]	0,4974		
Adhäsion / Kohäsion		c'_k / a'_k	[kN/m²]	0,0		
Wichte des Bodens		γ_k	[kN/m³]	17,0		
Wichte wassergesättigter Boden		$\gamma_{r,k}$	[kN/m³]	21,2		$\gamma_{r,k} = (1-n) \cdot \gamma_k + n \cdot \gamma_w$
Wichte Boden unter Auftrieb		γ'_k	[kN/m³]	11,2		$\gamma'_k = (1-n) \cdot (\gamma_k - \gamma_w)$
Porenanteil		n	[1]	0,3		geschätzt
Korndichte		ρ_k	[t/m³]	2,65		geschätzt
Kornwichte		γ_k	[kN/m³]	26,0		$\gamma_k = \rho_k \cdot g$
Verkehrslast (Schnee)		p_v	[kN/m²]	0,00		

Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand GEO-3 für Bemessungssituation (Auswahl 1 bis 3)

				BS-P		2
für ständige Beanspruchungen		γ_G	[1]	1,00		
für ungünstige, veränderliche Beanspruchungen		γ_Q	[1]	1,30		
für den Reibungswinkel		$\gamma_\phi / \gamma_\delta$	[1]	1,25		
für Kohäsion / Adhäsion		γ_c / γ_a	[1]	1,25		

Formel

$$E_d = \sin \beta * [(1 - m) * d * \gamma_k * \gamma_G + m * d * \gamma_{r,k} * \gamma_G + p_k * \gamma_Q + p_v * \gamma_G] + p_{a,k} * \gamma_Q$$

$$R_d = \frac{c}{\gamma_c} + \cos \beta * \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} * [(1 - m) * d * \gamma_k + m * d * \gamma'_k + p_k + p_v]$$

Ergebnisse nach GDA E 2-7

Bemessungswert der Beanspruchung						
Bemessungswert des Gleitwiderstandes	E_d	[kN/m²]	20,918			
Ausnutzungsgrad	R_d	[kN/m²]	21,709			
	μ	[1]	0,96			

**Gleitsicherheitsberechnung
nach GDA-Empfehlung E 2-7**

Endzustand

Oberflächenabdichtung: Fuge Reku / EWS

Berechnung Verkehrslasten

Bemessungssituation BS-P



Bericht 2091/2023

Anlage 3.3.4

Seite 1

Größe	Formel- zeichen	Einheit	Wert		Bemerkung
Berechnung Verkehrslast OK Aufstandsfläche					
Gewicht des Baufahrzeuges	m	[t]	5,33		CAT D6N
Last des Baufahrzeuges	P	[kN]	52,24		$P = m \cdot g$
Breite der Auflagerung	b	[m]	0,84		eine Kettenbreite
Länge der Auflagerung	l	[m]	3,11		Auflagerlänge eine Kette
Anzahl der Auflagerungen	n	[1]	2		Ketten
Grundfläche einer Auflagerung	A	[m ²]	2,61		$A = b \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A _{Gesamt}	[m ²]	5,22		$A = b \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ_v	[kN/m ²]	10,00		$\sigma_v = P / A_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast UK Auflagerungsschicht					
Auflagerschicht	Reku 1. Lage 0,5 m über EWS				
Mächtigkeit der Auflagerungsschicht	d	[m]	3,00		normal zur Gleitfuge
Lastausbreitungswinkel	θ	[°]	60,0		
		[rad]	1,0472		
Breite der Auflagerung	b'	[m]	11,23		$b' = b + 2 \cdot d \cdot \tan \theta$
Grundfläche einer Auflagerung je Kette	A'	[m ²]	34,93		$A' = b' \cdot l$
Gesamtgrundfläche der Auflagerung	A' _{Gesamt}	[m ²]	69,86		$A' = b' \cdot l \cdot n$
Flächenspannung durch Baufahrzeug	σ'_v bzw. p_k	[kN/m ²]	0,75		$\sigma'_v = P / A'_{\text{Gesamt}}$
Berechnung Verkehrslast Beschleunigung/ Verzögerung					
Faktor für Beschleunigung bzw. Verzögerung	a	[1]	0,30		
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung	σ_a	[kN/m ²]	3,00		$\sigma_a = \sigma_v \cdot a$
Flächenspannung durch Beschleunigung/ Verzögerung UK Auflagerungsschicht	σ'_a bzw. $p_{a,k}$	[kN/m ²]	0,22		$\sigma'_a = \sigma'_v \cdot a$

**Gleitsicherheitsberechnung
nach GDA-Empfehlung E 2-7**

Endzustand

Oberflächenabdichtung: Fuge Reku / EWS

Bemessungssituation BS-P



Bericht 2091/2023

Anlage 3.3.4

Seite 2

Böschungsgeometrie						
Böschungsnegung		1 : n	[1]	3,0		
Böschungswinkel		β	[°]	18,43		
			[rad]	0,3218		
Betrachtung der Schicht/ Fuge:						
Mächtigkeit der Schicht		d	[m]	3,00		normal zur Gleitfuge
Mächtigkeit durchströmter Anteil		m	[1]	0,300		
Verkehrslast		p_k	[kN/m²]	0,75		aus Seite 1
schichtparallele		$p_{a,k}$	[kN/m²]	0,22		aus Seite 1
Reibungswinkel		φ'_k / δ'_k	[°]	30,00		aus Seite 1
			[rad]	0,5236		
Adhäsion / Kohäsion		c'_k / a'_k	[kN/m²]	0,0		
Wichte des Bodens		γ_k	[kN/m³]	17,0		
Wichte wassergesättigter Boden		$\gamma_{r,k}$	[kN/m³]	21,2		$\gamma_{r,k} = (1-n) \cdot \gamma_k + n \cdot \gamma_w$
Wichte Boden unter Auftrieb		γ'_k	[kN/m³]	11,2		$\gamma'_k = (1-n) \cdot (\gamma_k - \gamma_w)$
Porenanteil		n	[1]	0,3		geschätzt
Korndichte		ρ_k	[t/m³]	2,65		geschätzt
Kornwichte		γ_k	[kN/m³]	26,0		$\gamma_k = \rho_k \cdot g$
Verkehrslast (Schnee)		p_v	[kN/m²]	0,00		

Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand GEO-3

für Bemessungssituation (Auswahl 1 bis 3)

				BS-P		2
für ständige Beanspruchungen		γ_G	[1]	1,00		
für ungünstige, veränderliche Beanspruchungen		γ_Q	[1]	1,30		
für den Reibungswinkel		$\gamma_\phi / \gamma_\delta$	[1]	1,25		
für Kohäsion / Adhäsion		γ_c / γ_a	[1]	1,25		

Formel

$$E_d = \sin \beta * [(1 - m) * d * \gamma_k * \gamma_G + m * d * \gamma_{r,k} * \gamma_G + p_k * \gamma_Q + p_v * \gamma_G] + p_{a,k} * \gamma_Q$$

$$R_d = \frac{c}{\gamma_c} + \cos \beta * \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} * [(1 - m) * d * \gamma_k + m * d * \gamma'_k + P_k + p_v]$$

Ergebnisse nach GDA E 2-7

Bemessungswert der Beanspruchung						
Bemessungswert des Gleitwiderstandes	E_d	[kN/m²]	17,921			
Ausnutzungsgrad	R_d	[kN/m²]	20,386			
	μ	[1]	0,88			