Umtec

Prof. Biener I
Sasse I Konertz

Partnerschaft
Beratender Ingenieure
und Geologen mbB

Baggergutmonodeponie Feldhofe
Kapazitätserhöhung

Anhang 11: Bericht zu Standsicherheitsberechnungen für den Bauzustand

erstellt im Auftrag der

HPA
Hamburg Port Authority

durch

Umtec
Prof. Biener I Sasse I Konertz
Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB

im September 2024

Partner
Dipl.-Ing. Torsten Sasse
Dr. Klaus Konertz
Dipl.-Geol. Christoph Meyer
Dr. Tobias von Mücke

Haferwende 7
28357 Bremen
Telefon
0421 20 75 9-0
Telefax
0421 20 75 9-999
info@umtec-partner.de
www.umtec-partner.de

Kapazitätserhöhung Baggergutmonodeponie Feldhofe
Erläuterungsbericht zum Genehmigungsantrag
Anhang 11: Bericht zu Standsicherheitsberechnungen für den Bauzustand

Inhaltsverzeichnis

Kapitel		Seite
1	Veranlassung	1
2	Unterlagen	2
3	Aufbau des Deponiekörpers	4
4	Maßgebliche Berechnungsschnitte	5
5	Standsicherheitsberechnungen	8
5.1	Berechnungsgrundlagen	8
5.1.1	Versagensmechanismen	8
5.1.2	Teilsicherheitskonzept und Bemessungssituation	9
5.1.3	Verkehrslasten	10
5.1.4	Porenwasser	11
5.1.4.1	Berechnungsschnitt Z2	11
5.1.4.2	Konkaver Bereich / Berechnungsschnitt S	12
5.1.5	Konsolidation	13
5.1.6	Materialkennwerte	16
5.2	Berechnungsergebnisse	19
5.2.1	Berechnungsschnitt Z2	19
5.2.2	Berechnungsschnitt S	20
6	Zusammenfassung	20

Kapazitätserhöhung Baggergutmonodeponie Feldhofe
Erläuterungsbericht zum Genehmigungsantrag
Anhang 11: Bericht zu Standsicherheitsberechnungen für den Bauzustand

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 **Lage der Berechnungsschnitte Z2 und S, M 1 : 5.000**

Anlage 2 **Schnittdarstellungen**
Anlage 2.1 Berechnungsschnitt Z2
Anlage 2.2 Berechnungsschnitt S

Anlage 3 **Standsicherheitsbetrachtung Schnitt Z2**
Anlage 3.1 Gleitkreise im Deponiekörper mit Verkehrslast auf der unteren 10. Baggergutlage im undränierten Zustand

Anlage 3.2 Gleitkreise im Deponiekörper mit oberer 10.Baggergutlage im undränierten Zustand auf teilkonsolidierter unterer 10. Baggergutlage

Anlage 3.3 Gleitkreise im Deponiekörper und einer 2 m hohen Baggergutmiete mit 10. Baggergutlage in teilkonsolidiertem und teils unkonsolidiertem Zustand

Anlage 3.4 Gleitkreise im Deponiekörpermit Verkehrslast auf der Böschung mit oberer Baggergutlage im unkonsolidierten Zustand

Anlage 3.5 Gleitkreise durch den tieferen Deponiekörper mit Volleinstau der Sandzwischenlagen

Kapazitätserhöhung Baggergutmonodeponie Feldhofe
Erläuterungsbericht zum Genehmigungsantrag
Anhang 11: Bericht zu Standsicherheitsberechnungen für den Bauzustand

Anlage 4 **Standsicherheitsbetrachtung Schnitt S**

Anlage 4.1 Farbliche Isoliniendarstellung des berücksichtigten Porenwasserdruckes [kN/m²]

Anlage 4.2 Gleitkreise im Deponiekörper mit Verkehrslast auf der unteren 6. Baggergutlage im undränierten Zustand

Anlage 4.3 Gleitkreise im Deponiekörper, obere 6. Baggergutlage im undränierten Zustand auf teilkonsolidierter unterer 6. Baggergutlage

Anlage 4.4 Gleitkreise im Deponiekörper und der Basisentwässerungsschicht mit Angabe der Porenwasserüberdrücke [kN/m²]

Kapazitätserhöhung Baggergutmonodeponie Feldhofe
Erläuterungsbericht zum Genehmigungsantrag
Anhang 11: Bericht zu Standsicherheitsberechnungen für den Bauzustand

1 Veranlassung

Die Hamburg Port Authority AöR (HPA) ist Betreiberin der Baggergutmonodeponie Feldhofe. Die Deponie wurde mit Planfeststellungsbeschluss vom 3. August 2001, Aktenzeichen: M 310 - 1/99 [1][1] i.V.m. der Ergänzung vom 14. Juli 2003 [2], welche aufgrund des Inkrafttretens der Deponieverordnung (DepV)[2] erforderlich wurde, zur Beseitigung von Baggergut und Schlick genehmigt. Die genehmigte Endgestaltungshöhe der Deponie nach Stilllegung und Rekultivierung beträgt + 38 mNHN.

Die Restkapazität der Deponie wird in absehbarer Zeit erschöpft sein. Über das Restvolumen der Deponie Feldhofe hinaus steht derzeit kein nennenswertes Ablagerungsvolumen für Baggergut im Bundesland Hamburg zur Verfügung.

Zur langfristigen Sicherung der Entsorgungssicherheit für Baggergut ist die HPA deshalb bestrebt die Einlagerungskapazität der Deponie maßgeblich zu erweitern. Eine Anpassung der Aufstandsfläche der Deponie ist nicht vorgesehen.

Die Kapazitätserhöhung erfolgt durch die Anpassung der Deponiekontur, indem die Deponieböschungsneigung innerhalb der Kapazitätserhöhungsfläche von 1 : 8 auf 1 : 4 versteilt wird und die Endhöhe um 18 m von + 38 mNHN auf + 56 mNHN steigt. Zudem soll unter Einhaltung der Vorgaben der DepV das Oberflächenabdichtungssystem optimiert und hierbei statt einer mineralischen Dichtung aus METHA-Material die Abdichtungsfunktion von einer geeigneten Kunststoffdichtungsbahn (KDB) oberhalb der gasdränfähigen Ausgleichsschicht übernommen werden [4].

Die Erhöhung der Einbaumächtigkeiten des Baggergutes auf maximal 3,0 m je Lage ist mit Bescheid vom 20.05.2019 [5] genehmigt und wird bereits umgesetzt.

---

1 Die in eckige Klammern gesetzten Ziffern, wie z.B. [1], beziehen sich auf das Unterlagenverzeichnis in Kapitel 2.

2 Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts, „Verordnung über Deponien und Langzeitlager" (Deponieverordnung – DepV) vom 27. April 2009; BGBl. I, Nr. 22, S. 900, geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 27. September 2017, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.

Mit Schreiben vom 26. Juni 2017 wurde die Umtec Prof. Biener l Sasse l Konertz, Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB, mit den geotechnischen Beratungsleistungen im Zuge der Vor- und Entwurfsplanung zur Kapazitätserhöhung der Deponie Feldhofe beauftragt. Bestandteil der Beratungsleistungen ist auch die Beurteilung der Standsicherheit des Deponiekörpers für geplante Bauzustände.

Hierbei werden die bisherigen ca. 30jährigen Erfahrungen der HPA zum Baubetrieb von Baggergutdeponien berücksichtigt.

Vor diesem Hintergrund sollen im Rahmen der erforderlichen Standsicherheitsbetrachtungen wesentliche zu erwartende und berechnete Einflüsse aus Porenwasserspenden, Porenwasserüberdrücken und Konsolidationsvorgängen sowie notwendige Verkehrslasten untersucht werden

Falls sich in Zukunft wesentliche Änderungen des Baubetriebes ergeben sollten, müssten ggf. die Standsicherheitsberechnungen entsprechend angepasst und erneut durchgeführt werden.

Die Untersuchung der Sicherheit gegen Böschungs- und Geländebruch für das optimierte Oberflächenabdichtungssystem (OFAD) sowie eine Standsicherheitsuntersuchung für den geplanten Endzustand der Baggergutmonodeponie sind Gegenstand separater Betrachtungen (siehe Anhang 10 zum Genehmigungsantrag).

2 Unterlagen

Für die Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

[1] Schlickdeponie Feldhofe; Unterlagen zum Antrag auf Planfeststellung gemäß KrW-/AbfG; erstellt im Auftrag der Wirtschaftsbehörde Amt für Strom- und Hafenbau der Freien und Hansestadt Hamburg durch die Arbeitsgemeinschaft Schlicktechnik, Hamburg, 30. Juni 1999.

[2] Entscheidung zu Planfeststellung nach § 31 Abs. 2 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, Aktenzeichen: M 310 - 1/99; erstellt durch die Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Gesundheit, Amt für Umweltschutz und Abfallwirtschaft, Hamburg, 14. Juli 2003.

[3] Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung -Erläuterungsbericht zur Entwurfsplanung; erstellt durch die Umtec Prof. Biener l Sasse l Konertz, Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB, Bremen, März 2022.

[4] Deponie Feldhofe, Umbau des Zentralschachtes und Optimierung der Einlagerungsschichten auf der Deponie Feldhofe, Antrag zum Planverfahren nach § 35 KrWG zur Änderung der Planfeststellung (Gz.: M310 - 1/99); erstellt durch die Hamburg Port Authority, Hamburg, 27. Juni 2018.

[5] Änderung der Deponie Feldhofe zum Umbau des Zentralschachtes und Optimierung der Einlagerungsschichten, Plangenehmigungsbescheid, Gz .: U33-BA20621 - 06/18; erstellt durch die Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie, Hamburg, 20. Mai 2019.

[6] Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung – Erläuterungsbericht zur Entwurfsplanung – Anhang 10: Bericht zu Standsicherheitsberechnungen für den Endzustand; erstellt durch die Umtec Prof. Biener l Sasse l Konertz, Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB, Bremen, Juli 2024.

[7] Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung – Erläuterungsbericht zur Entwurfsplanung – Anhang 8: Geotechnischer Bericht - Teil 1: Geotechnischer Untersuchungsbericht; erstellt durch die Umtec Prof. Biener l Sasse l Konertz, Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB, Bremen, September 2024.

[8] Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung – Erläuterungsbericht zur Entwurfsplanung – Anhang 9: Geotechnischer Bericht - Teil 2 und 3: Auswertung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse sowie Empfehlungen und Hinweise; erstellt durch die Umtec Prof. Biener l Sasse l Konertz, Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB, Bremen, September 2024.

[9] Baggergutmonodeponie Feldhofe, Kapazitätserhöhung - Erläuterungsbericht zur Entwurfsplanung – Anhang 5: Tabellarische Darstellungen zum Bauablauf und Bodenmanagement; erstellt durch die Umtec Prof. Biener l Sasse l Konertz, Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB, Bremen, Juni 2024.

3 Aufbau des Deponiekörpers

Der grundsätzliche Aufbau der Baggergutmonodeponie Feldhofe sieht (von oben nach unten) wie folgt aus:

- Oberflächenabdichtung
- Deponat aus Baggergut mit Sandzwischenlagen im Wechsel
- Basisabdichtung mit Kunststoffdichtungsbahn
- Profilierungseinlagerung (aus Baggergut mit Sandzwischenlagen im Wechsel)
- Basale mineralische Sohldichtung (aus Baggergut)
- Altspülfelder

Der Deponieuntergrund wird aus holozänen Weichschichten (Klei, Torfe, Mudden) und darunterliegenden holozänen Sanden gebildet.

Das zu deponierende Baggergut soll im Rahmen der Kapazitätserhöhung nach [4] und [5] lagenweise mit einer Mächtigkeit von 3,0 m eingebaut werden. Die unterste Baggergutlage weist eine Mächtigkeit von 1,5 m auf. Für die Entwässerung des Deponats sind zwischen den einzelnen Deponatlagen jeweils 0,3 m mächtige Sandzwischenlagen vorgesehen.

Unterhalb der untersten Baggergutlage liegt die fertiggestellte Basisabdichtung gemäß [7] wie folgt (von oben nach unten):

- 30 cm Entwässerungsschicht (Basisdränage)
- 2,5 mm glatte PEHD-Kunststoffdichtungsbahn (KDB)
- 30 cm Entwässerungsschicht (Subdränage)
- 150 cm mineralische Dichtung
- gasdränfähige Ausgleichsschicht nach hydraulischem Erfordernis

Bei der Basisabdichtung und dessen einzelnen Elementen handelt es sich um ein Gewerk, welches im Wesentlichen bereits vor den Planungen zur Kapazitätserhöhung erstellt wurde. Dennoch wird auch die Basisabdichtung durch die Kapazitätserhöhung beeinflusst.

Die Standsicherheitsuntersuchungen beziehen sich auf mögliche Bauzustände und berücksichtigen verschiedentliche Ansätze zum bindigen Charakter der Baggergutmaterialien. Diese sind grundsätzlich auch auf die Basisabdichtung übertragbar. Die maßgeblich ungünstigste Scherfestigkeit bei der Basisabdichtung weist die Kontaktfuge Basisdränage / KDB auf. Daher wird im Rahmen der hier durchzuführenden Standsicherheitsuntersuchungen auch diese Kontaktfuge untersucht.

Im vorliegenden Bericht wird die Basisabdichtung im Rahmen der Betrachtungen und Berechnungen unterhalb der Subdränage als eine Schicht „Basisabdichtung" berücksichtigt.

4 Maßgebliche Berechnungsschnitte

Der Einbau der Baggergut- und der Sandzwischenlagen erfolgt etwa parallel zur Basisabdichtung. Im Plateaubereich beträgt das nach außen gerichtete Gefälle zwischen ca. 4 % und ca. 6 % (entspricht einer Neigung 1 : 20). In den steileren Böschungsbereichen bis zum Böschungsfuß beträgt das geplante Gefälle im überwiegenden Bereich 8 %. Lediglich im nördlichen Deponiebereich ergibt sich eine kleinere konkave Deponiekontur mit einer etwas steiler geneigten KDB mit Gefälle um ca. 12 %.

Vor Errichtung der Oberflächenabdichtung werden die Deponieböschungen mit Neigung von 6 % im Plateaubereich sowie mit Neigungen von 1 : 4 und 1:8 in den Böschungsbereichen angelegt (vgl.[3]).

Aus geotechnischer Sicht ergeben sich für die standsicherheitstechnischen Untersuchungen zwei maßgebliche Berechnungsschnitte mit wesentlichen zu berücksichtigenden Bauzuständen:

Schnitt Z2

Der Schnitt Z2 stellt unterhalb der Oberflächenabdichtung den aus bautechnischer, geometrischer und geotechnischer Sicht ungünstigsten Schnitt dar. Eine Darstellung der Lage des Berechnungsschnittes Z2 in Bezug auf die Oberkante (OK) Deponat findet sich in Anlage 1. Eine Darstellung des Berechnungsschnittes findet sich in Anlage 2.1.

Die maßgebend zu untersuchenden Bauzustände ergeben sich bei der Deponat- bzw. Baggergutlage, die zum Zeitpunkt der Betrachtung hergestellt wird. Da der Bau einer Deponatlage analog zu den darunter liegenden Deponatlagen erfolgt und für den Baufortschritt der Abbau von Porenwasserüberdrücken bzw. die Konsolidation der Deponatlagen wichtig ist, wird nachfolgend eine insgesamt 3 m mächtige Baggergutlage (Herstellung in zwei Teillagen) auf einer ebenfalls 3 m mächtigen Baggergutlage untersucht. Die Berechnungsergebnisse können auf alle unterlagernden Baggergutlagen übertragen werden.

Hierbei ergeben sich folgende untersuchende Bauzustände:

1. Von einer geplanten 3 m mächtigen Baggergutlage wird die untere Hälfte (Mächtigkeit 1,5 m) aufgebracht. Diese untere (Teil-)Lage befindet sich im unkonsolidierten Zustand. Durch das Aufbringen werden Porenwasserüberdrücke in den darunterliegenden, vorhandenen Baggergutlagen erzeugt. Die direkt unter der unkonsolidierten (Teil-)Lage liegende Baggergutlage weist aufgrund der Belastung $\sigma \leq 97$ kN/m² geringere Scherfestigkeiten auf, als die tieferen Baggergutlagen mit einer Auflast $\sigma > 97$ kN/m². Auf dem Plateau befindet sich zusätzlich eine Verkehrslast.

2. Nach Abbau der Porenwasserüberdrücke wird die untere Hälfte (1,5 m mächtige) Baggergutlage (s.o.) durch das Aufbringen der oberen Hälfte bzw. der oberen 1,5 m mächtigen (Teil-)Lage belastet. Diese obere Lage ist unkonsolidiert, die untere (Teil-)Lage weist einen teilkonsolidierten Zustand auf. Die obere Hälfte der Baggergutlage erzeugt erneut Porenwasserüberdrücke in den unterlagernden Baggergutlagen. Auf dem Plateau befindet sich zusätzlich eine Verkehrslast.

3. Es ist damit zu rechnen, dass während der Bauausführung Baggergut, z.B. aufgrund von Rückbaumaßnahmen oder zeitlichen Verzögerungen kleinräumig im Plateaubereich als Bodenmiete auf einer im Bau befindlichen Baggergutlage bereitgestellt werden muss.

4. Auf der 1 : 4 geneigten Böschung fährt ein Baugerät / Verkehrslast auf unkonsolidiertem Baggergut.

Die 10. Baggergutlage ist die zuletzt gebaute bzw. oberste Baggergutlage, die im Plateaubereich eine Mächtigkeit von 3 m aufweist. Für die gleichzeitige Berücksichtigung und Betrachtung aller eingebauter 3 m mächtigen Baggergutlagen und der daraus resultierenden Auflasten in die tieferliegenden Baggergutlagen, werden die Standsicherheitsberechnungen beim Schnitt Z2 mit der 10. Baggergutlage geführt.

Schnitt S

Im nordöstlichen Bereich des Deponiekörpers kommt es durch die dort konkav ausgeführte Deponiekontur zu einer geometrischen Abweichung vom Regelquerschnitt Z2. Der Schnitt S liegt entlang der Kehle dieses Bereiches und ist ebenfalls im Lageplan in Anlage 1 dargestellt. Eine Schnittdarstellung findet sich in Anlage 2.2.

Bei den Standsicherheitsberechnungen am Schnitt S werden aufgrund der dortigen Deponiekontur mit einem Gefälle von ca. 12 % im Böschungsbereich der KDB separate Standsicherheitsuntersuchungen durchgeführt.

Es ergeben sich folgende zu untersuchende Bauzustände:

1. Von einer geplanten 3 m mächtigen Baggergutlage wird die untere Hälfte (Mächtigkeit 1,5 m) aufgebracht. Diese untere (Teil-)Lage befindet sich im unkonsolidierten Zustand. Durch das Aufbringen werden Porenwasserüberdrücke in den darunterliegenden, vorhandenen Baggergutlagen erzeugt. Die direkt unter der unkonsolidierten (Teil-)Lage liegende Baggergutlage weist aufgrund der Belastung $\sigma \leq 97$ kN/m² geringere Scherfestigkeiten auf, als die tieferen Baggergutlagen mit einer Auflast $\sigma > 97$ kN/m². Auf dem Plateau befindet sich zusätzlich eine Verkehrslast. In den Sandzwischenlagen werden die Porenwasserdrücke aus den Berechnungen in Anlage 3 angesetzt.

2. Nach Abbau der Porenwasserüberdrücke wird die untere Hälfte (1,5 m mächtige) Baggergutlage (s.o.) durch das Aufbringen der oberen Hälfte bzw. der oberen 1,5 m mächtigen (Teil-)Lage belastet. Diese obere Lage ist unkonsolidiert, die untere (Teil-)Lage weist einen teilkonsolidierten Zustand auf. Die obere Hälfte der Baggergutlage erzeugt erneut Porenwasserüberdrücke in den unterlagernden Baggergutlagen. Auf dem Plateau befindet sich zusätzlich eine Verkehrslast. In den Sandzwischenlagen werden die Porenwasserdrücke aus den Berechnungen in Anlage 3 angesetzt.

Aufgrund der geplanten Deponiekontur werden die Sandzwischenlagen mit weiterer Deponataufbringung kürzer, je höher sie liegen. Für die Berücksichtigung der ungünstigsten Lastsituation bei gleichzeitig größter Länge der Sandzwischenlage werden die Standsicherheitsberechnungen beim Schnitt S daher mit der 6. Baggergutlage als oberste Lage geführt. Die Berechnungsergebnisse können auf die darunter liegenden sowie die noch folgenden Deponatlagen übertragen werden.

5 Standsicherheitsberechnungen

5.1 Berechnungsgrundlagen

5.1.1 Versagensmechanismen

Bei den einzulagernden Materialien oberhalb der Kunststoffdichtungsbahn der Basisabdichtung und unterhalb der Oberflächenabdichtung handelt es sich ausschließlich um mineralische Materialien (Baggergut / Schlick und Dränsande).

Zum Nachweis einer ausreichenden Sicherheit gegen Böschungs- und Geländebruch des Deponiekörpers werden Böschungsbruchberechnungen nach DIN 4084[3] mit Kreisgleitflächen nach dem Verfahren von BISHOP durchgeführt.

Die Böschungsbruchberechnungen erfolgen mit der Software STABILITY (Version 13; Böschungsbruchberechnungen mit Kreisgleitflächen nach DIN 4084) der Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH (GGU), Braunschweig.

5.1.2 Teilsicherheitskonzept und Bemessungssituation

Die Berechnungen werden gemäß DIN EN 1997-1[4] nach dem Teilsicherheitskonzept unter Ansatz entsprechender bemessungssituationsabhängiger (s.u.) Teilsicherheitsbeiwerte durchgeführt.

Der Nachweis einer ausreichenden Standsicherheit ist erfüllt, wenn für alle in Frage kommenden Versagensmechanismen die Grenzzustandsbedingungen mit den Teilsicherheitsbeiwerten für den geotechnischen Grenzzustand GEO-3 (Grenzzustand des Versagens durch Verlust der Gesamtstandsicherheit) eingehalten sind bzw. wenn der (bemessungssituationsunabhängige) Ausnutzungsgrad $\mu \leq 1$ ist.

Der Nachweis ergibt sich wie folgt:

$$\mathbf{E_d \leq R_d}$$

oder

$$\mathbf{\mu = E_d / R_d \leq 1}$$

Darin bedeutet:

E_d = Bemessungswert der resultierenden Beanspruchung parallel zur Gleitfläche bzw. der Bemessungswert des Momentes der Einwirkungen um den Gleitkreismittelpunkt

R_d = Bemessungswert des Widerstandes parallel zur Gleitfläche bzw. der Bemessungswert des Momentes der Widerstände um den Gleitkreismittelpunkt

---

[3] DIN 4084:2021-11; Baugrund – Geländebruchberechnungen; DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.

[4] DIN EN 1997-1:2014-03; Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.

Zu den Beanspruchungen zählen die ständigen Einwirkungen aus dem Eigengewicht des Gleitkörpers sowie veränderlichen Einwirkungen aus dem Einbau- und Deponiebetrieb, die nur dann angesetzt werden, wenn sie ungünstig wirken.

Widerstände sind die Scherwiderstände des Bodens in der Gleitfläche aus der Reibung und Kohäsion.

Die Bemessungswerte werden ermittelt, in dem die charakteristischen Kennwerte mit entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten belegt werden. In Abhängigkeit von der Bemessungssituation sind, ausgenommen bei den ständigen Einwirkungen, unterschiedliche Teilsicherheitsbeiwerte in Ansatz zu bringen.

Bei den nachfolgenden Standsicherheitsberechnungen werden Bauzustände untersucht, d.h. die Böschungsbruchberechnungen werden im Rahmen der Bemessungssituation BS-T (transistent situations bzw. vorübergehende Bemessungssituation) durchgeführt.

Für die Bemessungssituation BS-T betragen die Teilsicherheitsbeiwerte für die geotechnischen Kennwerte (Scherwiderstände) 1,15. Die Teilsicherheiten für ungünstige veränderliche Einwirkungen (Verkehrslasten) betragen in der Bemessungssituation BS-T 1,2.

5.1.3 Verkehrslasten

In Abstimmung mit der HPA Hamburg Port Authority wurde für den Einbau der Baggergutlagen eine Verkehrslast (Bagger, Raupe etc.) in Form von zwei Ersatzflächenlasten mit je 35 kN/m² auf einer Breite von je 1,0 m und mit einem Abstand von 1,0 m zueinander (Kettenbreite und Kettenabstand) berücksichtigt.

5.1.4 Porenwasser

5.1.4.1 Berechnungsschnitt Z2

Aufgrund des bindigen Charakters des Baggergutes wird mit jeder Auflasterhöhung das darunter liegende Material bautechnisch bedingt schneller belastet, als das in den Schichten vorhandene Porenwasser ausgepresst werden kann. Hierdurch ergeben sich Porenwasserüberdrücke Δu. Mit zunehmender Liege- bzw. Belastungszeit konsolidiert das Baggergut und Porenwasser wird ausgepresst, bis sich der Porenwasserüberdruck abgebaut hat ($\Delta u = 0$).

Bei der Überbauung einer Baggergut- bzw. Deponatlage ergibt sich der höchste Porenwasserüberdruck nach Aufbringung der maximalen Auflast. Ab diesem Zeitpunkt beginnt der Konsolidationsvorgang. Bei Aufbringen mehrerer Auflasten während des noch nicht abgeschlossenen Konsolidationsvorganges ergeben sich zusätzliche neue Porenwasserüberdrücke.

Im Rahmen der Kapazitätserhöhung ist vorgesehen, dass die jeweils vorhandene Baggergutlage durch eine darüber folgende Baggergutlage soweit überbaut wird und liegen bleibt, bis sich die Baggergutlage unter dieser neuen Auflast konsolidiert hat und sich kein weiterer Porenwasseranfall aus dem Konsolidationsvorgang ergibt. Erst danach sollte die nächste Baggergutlage aufgebracht werden.

Im Hinblick auf die teilweise unterschiedliche Mächtigkeit der Baggergutlagen (planerisch ca. 1,5 m bis 3,0 m) sowie der einbaubedingt unterschiedlichen Einbaulagen ergeben sich auch unterschiedliche Porenwasserüberdrücke und Porenwasserdränspenden in die Sandzwischenlagen.

Mit Aufbringung einer neuen Baggergut- und Sandzwischenlage erhöht sich durch die Konsolidation die Steifigkeit der unterlagernden Baggergutlagen, d.h. bei Aufbringung der obersten Baggergutlage ergibt sich die geringste Dränspende zeit- und auflastbedingt in die Basisdränage als unterste Dränschicht.

Eine Berücksichtigung von zeitlich und lagenweise sehr differenzierten verschiedenen Aufstauhöhen unter unterschiedlichen Auflasten ist aus geotechnischer Sicht nicht zielführend und auch nicht erforderlich, wenn der Nachweis erbracht wird, dass die Standsicherheit beim ungünstigsten Wasseraufstau rechnerisch gegeben ist. Als sehr

ungünstig wurde die Annahme getroffen, dass zusätzlich zur Dränspende aus Porenwasser auch Sickerwasserzutritte aus Niederschlagsereignissen über ggf. im Baggergut vorhandene Risse erfolgen und dieses Sickerwasser auch in die weiteren unterlagernden Sandzwischenlagen fließen kann und hier zu einem Wasserüberstau bzw. Wasserdruck führt. Weiterhin wurde unterstellt, dass bei den Sandzwischenlagen, die unmittelbar an das randliche Gerinne angeschlossen sind ein zeitverzögertes Abfließen stattfindet und sich hierdurch auch ein Rück- bzw. Aufstau in der jeweiligen Sandzwischenlage bilden kann. Die weiteren Sandzwischenlage entwässern zunächst über die Oberfläche, ehe das auslaufende Wasser dann in das randliche Gerinne oder in einen Auffanggraben fließt. Für diese Sandzwischenlagen wurde ebenfalls die sehr ungünstige Annahme getroffen, dass hier ein Rück- bzw. Aufstau möglich ist.

Dies berücksichtigend wurde bei den vorliegenden Standsicherheitsberechnungen zum Regelquerschnitt / Berechnungsschnitt Z2 die oberste Sandzwischenlage mit einem Volleinstau von 30 cm und in Abstimmung mit der HPA alle darunter liegenden Sandzwischenlagen (bis zur OK KDB) mit einem Wasserdruck in der jeweiligen Sandzwischenlage von 150 cm angesetzt.

5.1.4.2 Konkaver Bereich / Berechnungsschnitt S

Als Ansätze zum Porenwasser bzw. den Wasserständen in den einzelnen Sandzwischenlagen wurden die gleichen ungünstigen Ansätze wie beim Berechnungsschnitt Z2 berücksichtigt. Die oberste Sandzwischenlage wurde mit einem Volleinstau von 30 cm und alle darunter liegenden Sandzwischenlagen (bis zur OK KDB) mit einem Wasserdruck in der jeweiligen Sandzwischenlage von 150 cm angesetzt.

5.1.5 Konsolidation

Bei Aufbringen einer weiteren Baggergutlage ergeben sich Porenwasserüberdrücke in den bindigen Baggergutlagen. Die Porenwasserüberdrücke werden in Höhe der Auflast- bzw. Konsolidationsspannung angesetzt. Sie bauen sich relativ langsam ab und wirken den haltenden Kräften, im Wesentlichen der Scherfestigkeit des bindigen Baggergutes entgegen. Erst nach Abbau der Porenwasserüberdrücke bzw. nach Beendigung der Konsolidation der Baggergutlagen wirken die Scherparameter für den Endzustand.

Bei den vorliegenden Standsicherheitsuntersuchungen zu Bauzuständen wurden aufgrund der unterschiedlichen Liege- und Einbauzeiten der einzelnen Baggergutlagen unterschiedliche Konsolidationsschichten berücksichtigt. Jede Deponatlage stellt eine Konsolidationsschicht dar.

Eine zeit- und auflastabhängige Reduzierung der Scherparameter ist programmtechnisch nicht möglich. Für den Ansatz von unterschiedlichen Konsolidationszuständen wird im Berechnungsprogramm stattdessen der zeit- und auflastabhängige Porenwasserüberdruck als treibende Kraft bzw. Minderung der haltenden Kräfte für jede bindige Deponatlage berücksichtigt. Die programminterne Ermittlung des zum Berechnungszeitpunkt vorhandenen Porenwasserüberdruckes erfolgt mittels der Konsolidationstheorie nach TERZAGHI unter Berücksichtigung des materialabhängigen Konsolidationsbeiwerts C_V.

Der Konsolidationsbeiwert für das Baggergut wurde gemäß [7] an Proben aus dem Baggergut ermittelt, die eine Wasserdurchlässigkeit ≤ 1,0 x 10^{-9} m/s aufwiesen. Hiernach sowie gemäß den Angaben im Geotechnischen Bericht – Teil 2 und 3 [8] ergibt sich der lediglich materialabhängige Konsolidationsbeiwert (C_V = konst.) zu 3 m^2/a bzw. 9,51 x 10^{-8} m^2/s.

Die programmtechnische Berücksichtigung erfolgt über folgenden formelmäßigen Zusammenhang:

$C_V = E_S * k / \gamma_w$

Darin bedeutet:

E_S = Steifemodul [kN/m²]: hier gemäß Angaben des Geotechnischen Berichtes – Teil 2 und 3 mit $E_S = 7{,}6675 \times \sigma$ [kN/m²] + 750 kN/m²

σ = Auflastspannung, hier in kN/m²

k = Wasserdurchlässigkeitsbeiwert [m/s]

γ_w = Wichte Wasser [kN/m³]

Die direkte Eingabe des Konsolidationsbeiwertes ist programmtechnisch nicht möglich. Die Berücksichtigung erfolgt über die Eingabe eines Steifemoduls und einer zugehörigen Wasserdurchlässigkeit. Für die Berücksichtigung der Abnahme der Wasserdurchlässigkeit mit zunehmender Auflast erfolgt im vorliegenden Fall die Ermittlung des jeweils zugehörigen Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes über die Rückrechnung mittels der o.g. Formel.

Die einzelnen Liege- bzw. Einbauzeiten der Deponatlagen sind im Anhang 5 zum Erläuterungsbericht [9] angegeben. Die sich über den o.g. formelmäßigen Zusammenhang ergebenden Steifemoduli und zugehörigen Wasserdurchlässigkeiten sind in den grafischen Gesamtdarstellungen zu den Berechnungen in Anlage 3 und Anlage 4 aufgeführt.

Die für die einzelnen Baggergutlagen erforderlichen Eingabewerte zur Berücksichtigung von Konsolidationsvorgängen für den Schnitt Z2 ergeben sich wie folgt:

Tabelle 1: Konsolidationswerte der Baggergutlagen – Schnitt Z2 für C_V = 3 m²/a

Baggergutlage	Auflast kN/m³	Steifemodul E_S kN/m²	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k m/s
untere 10. Lage (Mächtigkeit 1,5 m)	24,8	940	1,00 E-09
9. Lage	54,7	1170	8,13 E-10
8. Lage	109,5	1590	5,98 E-10
7. Lage	164,3	2010	4,73 E-10
6. Lage	219,0	2430	3,91 E-10
5. Lage	273,8	2850	3,34 E-10
4. Lage	328,5	3270	2,91 E-10
3. Lage	353,6	3460	2,75 E-10
2. Lage	388,5	3730	2,55 E-10
1. Lage	423,5	4000	2,38 E-10

Die für die einzelnen Baggergutlagen erforderlichen Eingabewerte zur Berücksichtigung von Konsolidationsvorgängen für den Schnitt S ergeben sich wie folgt:

Tabelle 2: Konsolidationswerte der Baggergutlagen – Schnitt S für C_V = 3 m²/a

Baggergutlage	Auflast kN/m²	Steifemodul E_S kN/m²	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k m/s
Untere 6. Lage (Mächtigkeit 1,5 m	24,8	940	1,00 E-9
5. Lage	54,7	1170	8,13 E-10
4. Lage	114,4	1630	5,84 E-10
3. Lage	145,1	1860	5,12 E-10
2. Lage	183,3	2090	4,56 E-10
1. Lage	216,3	2320	4,10 E-10

Bei den Berechnungen wurde für die Konsolidation die auf der sicheren Seite liegende Annahme getroffen, dass die oberste Baggergutlage, die als lasterzeugende Schicht den Porenwasserüberdruck hervorruft, innerhalb eines Tages aufgebracht wird und dann der volle Porenwasserüberdruck wirkt. Die Liegezeit der unterlagernden Schichten wurde daher durchgehend mit 1 Tag angesetzt. Diese Annahme stellt eine sehr ungünstige Betrachtung dar.

5.1.6 Materialkennwerte

Für die Standsicherheitsberechnungen wurden die im Geotechnischen Bericht - Teil 2 und 3 [8] angegebenen charakteristischen Kennwerte des Deponiekörpers und der unterlagernden Schichten (Basisabdichtung, Profilierungseinlagerung, basale Sohldichtung, Altspülfeld, Baugrund) angesetzt.

Für die weiteren benötigten und noch zu liefernden Materialien, wie z.B. Kies / Schotter für die temporären Betriebswege bzw. Baustraßen, Unterboden oder andere Deckmaterialien, wurden wie bei den Standsicherheitsberechnungen für den geplanten Endzustand [6] Mindestanforderungen an die charakteristischen Materialkennwerte gestellt. Die berücksichtigten charakteristischen Kennwerte stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 3: Charakteristische Kennwerte des vorhandenen Deponiekörpers und des Baugrundes

Bodenart	**Wichte über Wasser** γ_k **kN/m³**	**Wichte unter Wasser** γ'_k **kN/m³**	**Innerer Reibungswinkel / Verbundreibungswinkel** φ'_k / δ'_k **°**	**Kohäsion / Adhäsion** c'_k / a'_k **kN/m²**
Deponat, unkonsolidiert ($c'_k = c_{u'k}$); „frisch" eingebaut	16,5	6,5	-	11,5
Deponat, konsolidiert für $\sigma \leq 97$ kN/m²	16,5	6,5	30	7,5
Deponat, konsolidiert für $\sigma > 97$ kN/m²	16,5	6,5	25	15
Sandzwischenlagen / Entwässerungsschicht	17,5	9,5	32,5	0
Kontaktfuge Basisdränage – KDB	-	-	18,1	-
Basisabdichtung	16,5	6,5	20	10
Profilierungsmaterial	16,5	6,5	20	10
Basale Sohldichtung	16,5	6,5	20	10
Altspülfeld	16,5	6,5	20	10

Fortsetzung Tabelle 3: Charakteristische Kennwerte des vorhandenen Deponiekörpers und des Baugrundes

Bodenart	Wichte über Wasser γ_k kN/m³	Wichte unter Wasser γ'_k kN/m³	Innerer Reibungswinkel / Verbundreibungswinkel φ'_k / δ'_k °	Kohäsion / Adhäsion c'_k / a'_k kN/m²
Holozäne Weichschichten	13,5	3,5	15	15
Holozäne Sande	18	10	32,5	0
Grünschotter [1)]	19	11	35	-
Unterboden [1)]	17	7	26	1,5
Berme / Wartungsweg [1)]	19	11	35	-

1) Mindestanforderungen an die geplanten und zu liefernden Materialien

Bei Berücksichtigung von Konsolidationsvorgängen mit entsprechenden Porenwasserüberdrücken werden bei diesen Schichten die Scherparameter für den Endzustand (konsolidiert und dräniert) angesetzt. Für die jeweils oberste Baggergutlage, d.h. die jeweils „frisch" eingebaute und unkonsolidierte Baggergutlage wird die undränierte Scherfestigkeit angesetzt. In den Böschungsbereichen mit Neigung 1 : 4 wurde der obere ca. 1,0 m mächtige Bereich der Deponatlagen ebenfalls mit der undränierten Scherfestigkeit angesetzt.

Aufgrund der verhältnismäßig geringen Überdeckung wurde die jeweils unterhalb der obersten Lage befindliche Deponatlage mit den Scherparametern für den Fall $\sigma \leq 97$ kN/m² gemäß Tabelle 3 berücksichtigt.

Der Aufbau und die Kennwerte der Schichten, die die KDB der Basisabdichtung unterlagern entsprechen den Angaben aus dem Bericht zur Standsicherheitsberechnung für den Endzustand [6].

5.2 Berechnungsergebnisse

5.2.1 Berechnungsschnitt Z2

Die Ergebnisse der gemäß DIN EN 1997-1 und DIN 4084 durchgeführten Standsicherheitsberechnungen für den Schnitt Z2 finden sich jeweils in Form einer grafischen Gesamtdarstellung (Systemschnitt, charakteristische Kennwerte, Teilsicherheitsbeiwerte, Ausnutzungsgrad) in Anlage 3. Der jeweils höchste ermittelte Ausnutzungsgrad μ ergibt sich wie folgt:

Tabelle 4: Ermittelte Ausnutzungsgrade μ für Bauzustände beim Schnitt Z2

Anlage	Lage der betrachteten Kontakt- / Gleitfuge	μ
Anlage 3.1	Gleitkreise im Deponiekörper mit Verkehrslast auf der unteren 10. Baggergutlage im undränierten Zustand	0,58
Anlage 3.2	Gleitkreise im Deponiekörper mit oberer 10.Baggergutlage im undränierten Zustand auf teilkonsolidierter unterer 10. Baggergutlage	0,72
Anlage 3.3	Gleitkreise im Deponiekörper und einer 2 m hohen Baggergutmiete mit 10. Baggergutlage in teilkonsolidiertem und teils unkonsolidiertem Zustand	0,57
Anlage 3.4	Gleitkreise im Deponiekörpermit Verkehrslast auf der Böschung mit oberer Baggergutlage im unkonsolidierten Zustand	0,92
Anlage 3.5	Gleitkreise durch den tieferen Deponiekörper mit Volleinstau der Sandzwischenlagen	0,52

Bei den Böschungs- und Geländebruchuntersuchungen ergeben sich sämtliche Ausnutzungsgrade μ ≤ 1,0. **Der Nachweis einer gemäß DIN 4084 ausreichenden Sicherheit gegen Böschungs- und Geländebruch ist somit erfüllt**.

5.2.2 Berechnungsschnitt S

Die Ergebnisse der gemäß DIN EN 1997-1 und DIN 4084 durchgeführten Standsicherheitsberechnungen für den Schnitt S finden sich jeweils in Form einer grafischen Gesamtdarstellung (Systemschnitt, charakteristische Kennwerte, Teilsicherheitsbeiwerte, Ausnutzungsgrad) in Anlage 4. Der jeweils höchste ermittelte Ausnutzungsgrad μ ergibt sich wie folgt:

Tabelle 4: Ermittelte Ausnutzungsgrade μ für Bauzustände beim Schnitt S

Anlage	Lage der betrachteten Kontakt- / Gleitfuge	μ
Anlage 4.1	Gleitkreise im Deponiekörper mit Verkehrslast auf der unteren 6. Baggergutlage im undränierten Zustand	0,55
Anlage 4.2	Gleitkreise im Deponiekörper, obere 6. Baggergutlage im undränierten Zustand auf teilkonsolidierter unterer 6. Baggergutlage	0,48
Anlage 4.3	Gleitkreise im Deponiekörper und der Basisentwässerungsschicht mit Angabe der Porenwasserüberdrücke [kN/m²]	0,54

Bei den Böschungs- und Geländebruchuntersuchungen ergeben sich sämtliche Ausnutzungsgrade μ ≤ 1,0. **Der Nachweis einer gemäß DIN 4084 ausreichenden Sicherheit gegen Böschungs- und Geländebruch ist somit erfüllt**.

6 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht erfolgen Standsicherheitsuntersuchungen und Bewertungen für Bauzustände beim Einbau von Baggergut- und Sandzwischenlagen anhand zweier maßgeblicher Berechnungsschnitte. Die Berechnungen werden gemäß DIN EN 1997-1 und DIN 4084 für die Bemessungssituation BS-T geführt.

Den Berechnungen werden Verkehrslasten sowie unterschiedliche und sehr ungünstige Ansätze zu den über die Bauzeit möglichen Porenwasserdruckverhältnissen in den Sandzwischenlagen (Volleinstau und Überstau) zu Grunde gelegt. Zudem werden unterschiedliche und auf der sicheren Seite liegende Ansätze zum Konsolidationsverhalten des Baggergutes gewählt. Die Ansätze zum Porenwasser sind in Kapitel 0 dargestellt.

Die Berücksichtigung von Konsolidationsvorgängen wird in Kapitel 0 beschrieben. Die geotechnischen Kennwerte sind in Kapitel 5.1.6 dargestellt und wurden den vorliegenden Geotechnischen Berichten ([7] und [8]) entnommen.

Die Standsicherheitsberechnungen für die wesentlichen Bauzustände sind in Kapitel 5.2 beschrieben und in Anlage 3 sowie Anlage 4 dargestellt. Für die maßgeblich betrachteten Bauzustände ergeben sich ausreichende Standsicherheiten.

Bei Aufbringung einer Baggergutlage ergibt sich die Dränspende zeitversetzt und abschnittsweise, so dass die hier ermittelten Ausnutzungsgrade, insbesondere der oberen Deponatlagen mit den sehr konservativ angesetzten Porenwasserannahmen, aus geotechnischer Sicht tatsächlich niedriger liegen.

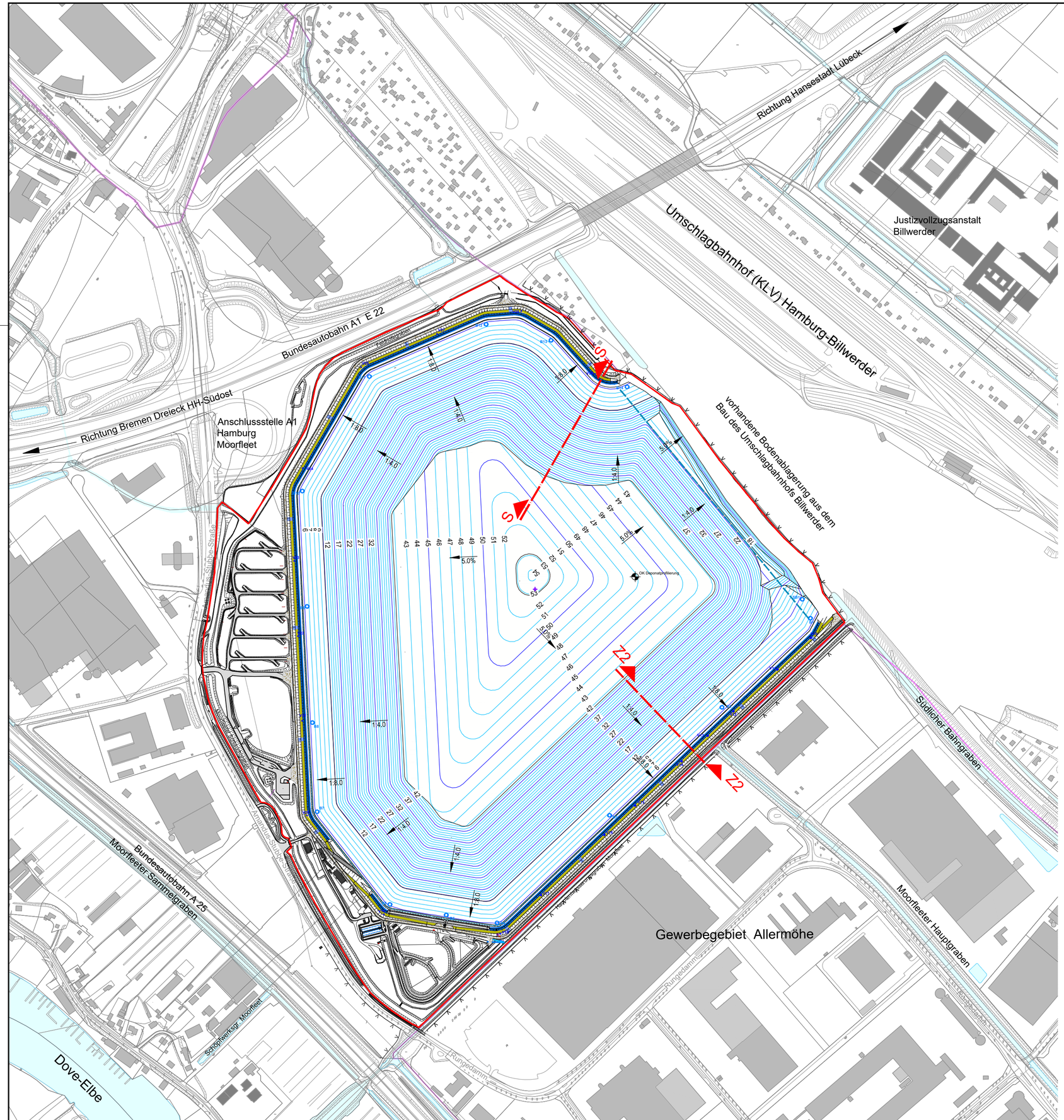
Bearbeiter:
M.Sc. M. Trütner
M.Sc. V. Hendrich

Bremen, im September 2024

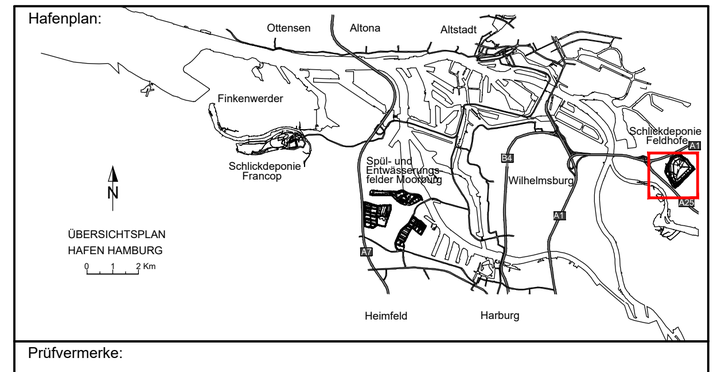
Kapazitätserhöhung Baggergutmonodeponie Feldhofe
Erläuterungsbericht zum Genehmigungsantrag
Anhang 11: Bericht zu Standsicherheitsberechnungen für den Bauzustand

Anlage 1

Lage der Berechnungsschnitte Z2 und S, M 1 : 5.000



Hafenplan:



Prüfvermerke:

Auftragnehmer / Planverfasser / ausführende Firma:

Umtec I Prof. Biener I Sasse I Konertz
Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB
Haferwende 7
28357 Bremen
Tel.-Nr.: 0421 / 20759 - 0

Gezeichnet: Böe, April 2021
Bearbeitet: Hendrich, April 2021
Geprüft: Becker, April 2021

Hamburg Port Authority A.ö.R.
Landside Treatment and Disposal / Baggergutentsorgung
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

Hamburg, den

(Name und Unterschrift)
Bauherr

Bauwerk / Baumaßnahme:

Kapazitätserhöhung

Baggergutmonodeponie Feldhofe

Planart: Entwurfsplanung
Bauteil: Standsicherheitsberechnungen (Bauzustand)
Darstellung: Lage der Berechnungsschnitte Z2 und S

Zeichnung-Nr.: Anlage 1		Gezeichnet:
Maßstab: 1 : 5.000	Blattgröße: DIN A2	Bearbeitet:
Lagestatus: 320	Höhensystem: DHHN85	Geprüft:

U:\24h\U240017_10_Feldhofe_Geotechnik\04_Pläne\CAD\04_Feldhofe_2.1\Standsicherheit_Bauzustand\U240017_10-Standsicherheit-Anlage-1.dwg

Umtec

Kapazitätserhöhung Baggergutmonodeponie Feldhofe
Erläuterungsbericht zum Genehmigungsantrag
Anhang 11: Bericht zu Standsicherheitsberechnungen für den Bauzustand

Anlage 2

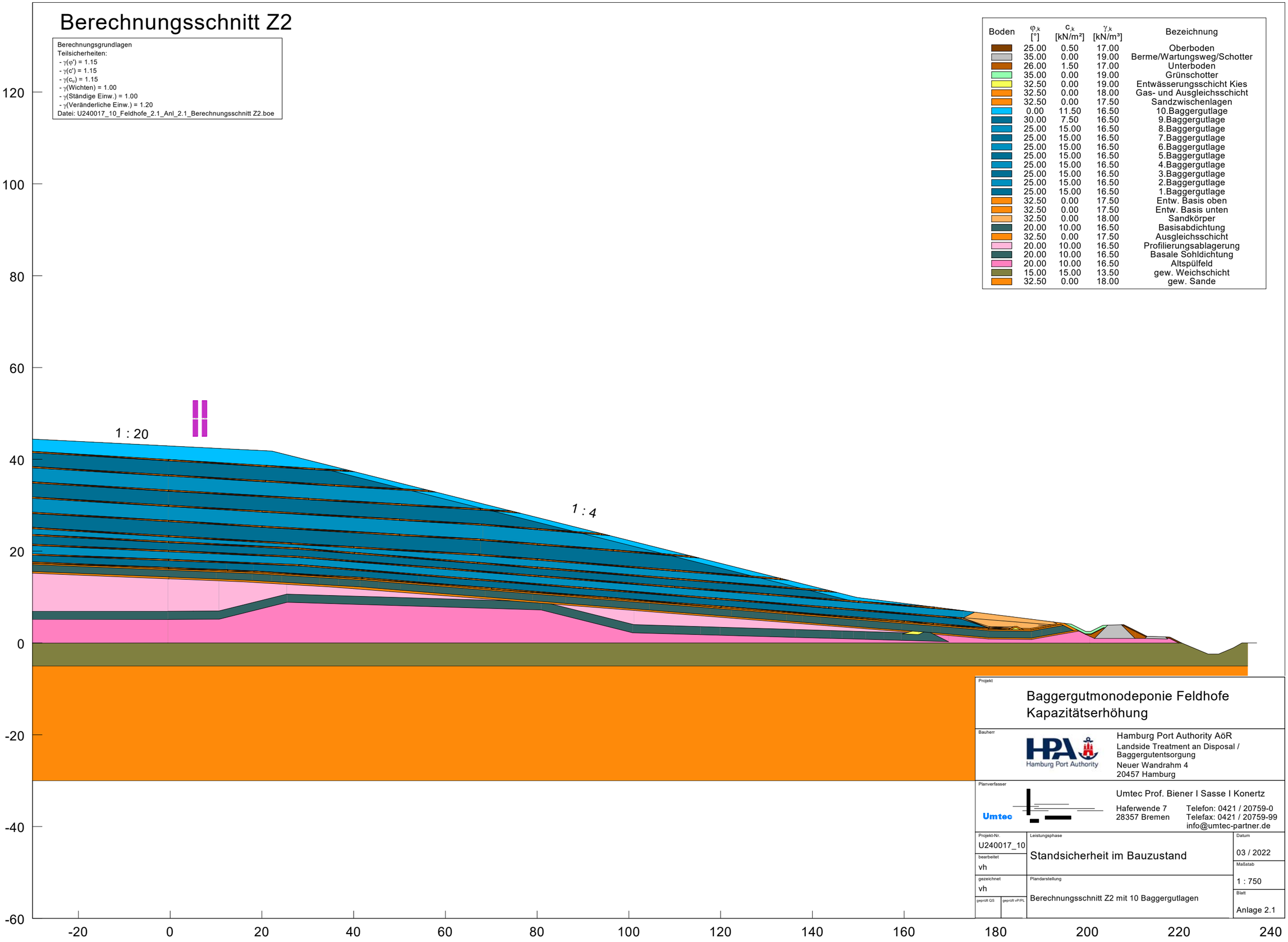
Schnittdarstellungen

Berechnungsschnitt Z2

Berechnungsgrundlagen
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.15$
- $\gamma(c') = 1.15$
- $\gamma(c_u) = 1.15$
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20

Datei: U240017_10_Feldhofe_2.1_Anl_2.1_Berechnungsschnitt Z2.boe

Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	25.00	0.50	17.00	Oberboden
	35.00	0.00	19.00	Berme/Wartungsweg/Schotter
	26.00	1.50	17.00	Unterboden
	35.00	0.00	19.00	Grünschotter
	32.50	0.00	19.00	Entwässerungsschicht Kies
	32.50	0.00	18.00	Gas- und Ausgleichsschicht
	32.50	0.00	17.50	Sandzwischenlagen
	0.00	11.50	16.50	10.Baggergutlage
	30.00	7.50	16.50	9.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	8.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	7.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	6.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	5.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	4.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	3.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	2.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	1.Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	Entw. Basis oben
	32.50	0.00	17.50	Entw. Basis unten
	32.50	0.00	18.00	Sandkörper
	20.00	10.00	16.50	Basisabdichtung
	32.50	0.00	17.50	Ausgleichsschicht
	20.00	10.00	16.50	Profilierungsablagerung
	20.00	10.00	16.50	Basale Sohldichtung
	20.00	10.00	16.50	Altspülfeld
	15.00	15.00	13.50	gew. Weichschicht
	32.50	0.00	18.00	gew. Sande



Projekt
Baggergutmonodeponie Feldhofe
Kapazitätserhöhung

Bauherr
Hamburg Port Authority AöR
Landside Treatment an Disposal / Baggergutentsorgung
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

Planverfasser
Umtec Prof. Biener I Sasse I Konertz
Haferwende 7 — Telefon: 0421 / 20759-0
28357 Bremen — Telefax: 0421 / 20759-99
info@umtec-partner.de

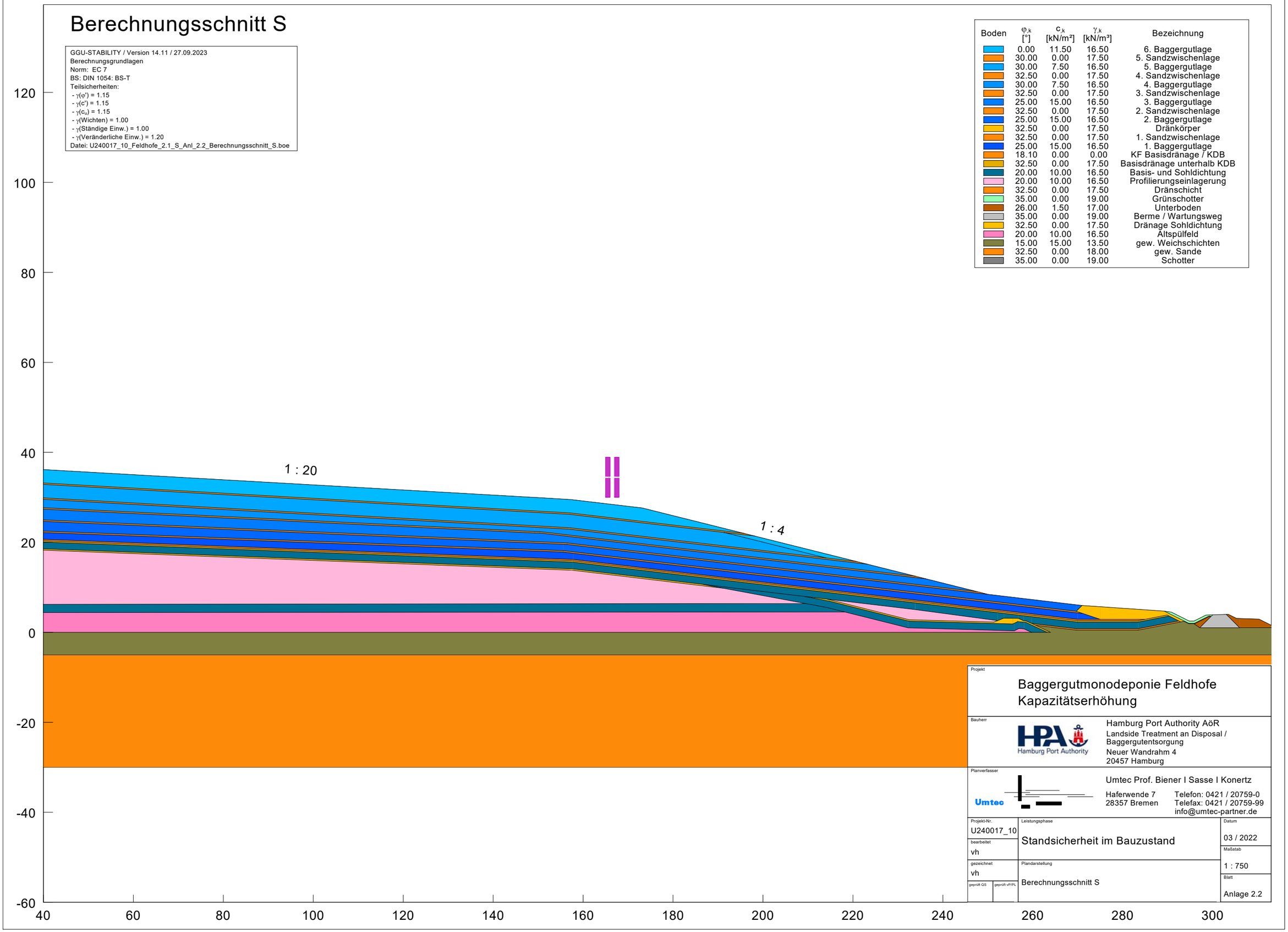
Projekt-Nr.: U240017_10	Leistungsphase: Standsicherheit im Bauzustand	Datum: 03 / 2022
bearbeitet: vh		Maßstab: 1 : 750
gezeichnet: vh	Plandarstellung: Berechnungsschnitt Z2 mit 10 Baggergutlagen	Blatt: Anlage 2.1
geprüft QS	geprüft vP/PL	

Berechnungsschnitt S

GGU-STABILITY / Version 14.11 / 27.09.2023
Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.15
- $\gamma(c')$ = 1.15
- $\gamma(c_u)$ = 1.15
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20

Datei: U240017_10_Feldhofe_2.1_S_Anl_2.2_Berechnungsschnitt_S.boe

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	11.50	16.50	6. Baggergutlage
	30.00	0.00	17.50	5. Sandzwischenlage
	30.00	7.50	16.50	5. Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	4. Sandzwischenlage
	30.00	7.50	16.50	4. Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	3. Sandzwischenlage
	25.00	15.00	16.50	3. Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	2. Sandzwischenlage
	25.00	15.00	16.50	2. Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	Dränkörper
	32.50	0.00	17.50	1. Sandzwischenlage
	25.00	15.00	16.50	1. Baggergutlage
	18.10	0.00	0.00	KF Basisdränage / KDB
	32.50	0.00	17.50	Basisdränage unterhalb KDB
	20.00	10.00	16.50	Basis- und Sohldichtung
	20.00	10.00	16.50	Profilierungseinlagerung
	32.50	0.00	17.50	Dränschicht
	35.00	0.00	19.00	Grünschotter
	26.00	1.50	17.00	Unterboden
	35.00	0.00	19.00	Berme / Wartungsweg
	32.50	0.00	17.50	Dränage Sohldichtung
	20.00	10.00	16.50	Altspülfeld
	15.00	15.00	13.50	gew. Weichschichten
	32.50	0.00	18.00	gew. Sande
	35.00	0.00	19.00	Schotter



Projekt
Baggergutmonodeponie Feldhofe
Kapazitätserhöhung

Bauherr
Hamburg Port Authority AöR
Landside Treatment an Disposal / Baggergutentsorgung
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

Planverfasser
Umtec Prof. Biener I Sasse I Konertz
Haferwende 7
28357 Bremen
Telefon: 0421 / 20759-0
Telefax: 0421 / 20759-99
info@umtec-partner.de

Projekt-Nr.: U240017_10	Leistungsphase: Standsicherheit im Bauzustand	Datum: 03 / 2022
bearbeitet: vh		Maßstab: 1 : 750
gezeichnet: vh	Plandarstellung: Berechnungsschnitt S	Blatt: Anlage 2.2
geprüft QS	geprüft vPrPL	

Umtec

Kapazitätserhöhung Baggergutmonodeponie Feldhofe
Erläuterungsbericht zum Genehmigungsantrag
Anhang 11: Bericht zu Standsicherheitsberechnungen für den Bauzustand

Anlage 3

Standsicherheitsbetrachtung Schnitt Z2

Berechnungsschnitt Z2

Berechnungsgrundlagen
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.58
x_m = 30.57 m y_m = 45.79 m
R = 7.48 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.15
- $\gamma(c')$ = 1.15
- $\gamma(c_u)$ = 1.15
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20

Konsolidationszeitpunkt = 0.0 Tage
- Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / Es = 940.0 / k = 1.00E-9 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / Es = 1170.0 / k = 8.13E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / Es = 1590.0 / k = 5.98E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 4: oben + unten offen / Es = 2010.0 / k = 4.73E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 5: oben + unten offen / Es = 2430.0 / k = 3.91E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 6: oben + unten offen / Es = 2850.0 / k = 3.34E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 7: oben + unten offen / Es = 3270.0 / k = 2.91E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 8: oben + unten offen / Es = 3460.0 / k = 2.75E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 9: oben + unten offen / Es = 3730.0 / k = 2.55E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 10: oben + unten offen / Es = 4000.0 / k = 2.38E-10 / Liegezeit = 1.0

Datei: U240017_10_Feldhofe_2.1_Anl_3.1_B_untere_10.Baggergutlage_Plateau.boe

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	25.00	0.50	17.00	Oberboden
	35.00	0.00	19.00	Berme/Wartungsweg/Schotter
	26.00	1.50	17.00	Unterboden
	35.00	0.00	19.00	Grünschotter
	32.50	0.00	19.00	Entwässerungsschicht Kies
	32.50	0.00	18.00	Gas- und Ausgleichsschicht
	32.50	0.00	17.50	Sandzwischenlagen
	0.00	11.50	16.50	Baggergutlage Böschung
	30.00	7.50	16.50	9.Baggergutlage
	30.00	7.50	16.50	8.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	7.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	6.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	5.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	4.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	3.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	2.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	1.Baggergutlage
	18.10	0.00	0.00	KF Basis / KDB
	32.50	0.00	17.50	Entw. Basis unten
	32.50	0.00	18.00	Sandkörper
	20.00	10.00	16.50	Basisabdichtung
	32.50	0.00	18.00	Ausgleichsschicht
	20.00	10.00	16.50	Profilierungsablagerung
	20.00	10.00	16.50	Basale Sohldichtung
	20.00	10.00	16.50	Altspülfeld
	15.00	15.00	13.50	gew. Weichschicht
	32.50	0.00	18.00	gew. Sande
	0.00	11.50	16.50	untere 10.Baggergutlage, unkonsolidiert
	0.00	11.50	16.50	obere 10.Baggergutlage

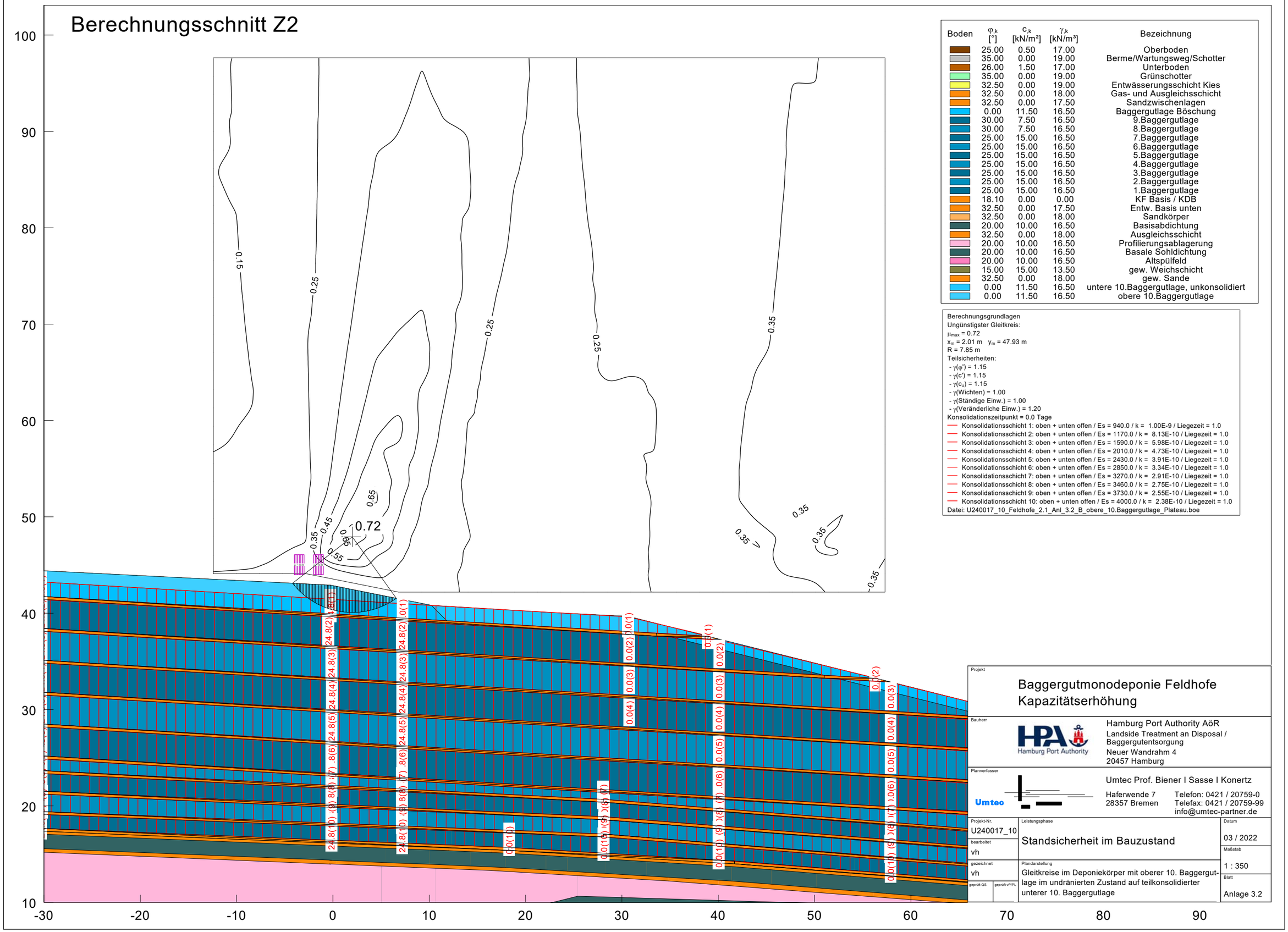
Projekt
Baggergutmonodeponie Feldhofe
Kapazitätserhöhung

Bauherr
Hamburg Port Authority AöR
Landside Treatment an Disposal / Baggergutentsorgung
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

Planverfasser
Umtec Prof. Biener I Sasse I Konertz
Haferwende 7
28357 Bremen
Telefon: 0421 / 20759-0
Telefax: 0421 / 20759-99
info@umtec-partner.de

Projekt-Nr. U240017_10	Leistungsphase: Standsicherheit im Bauzustand	Datum: 03 / 2022
bearbeitet: vh		Maßstab: 1 : 350
gezeichnet: vh	Plandarstellung: Gleitkreise im Deponiekörper mit Verkehrslast auf unterer 10. Baggergutlage im undränierten Zustand	Blatt: Anlage 3.1
geprüft QS	geprüft vP/PL	

Berechnungsschnitt Z2



Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	25.00	0.50	17.00	Oberboden
	35.00	0.00	19.00	Berme/Wartungsweg/Schotter
	26.00	1.50	17.00	Unterboden
	35.00	0.00	19.00	Grünschotter
	32.50	0.00	19.00	Entwässerungsschicht Kies
	32.50	0.00	18.00	Gas- und Ausgleichsschicht
	32.50	0.00	17.50	Sandzwischenlagen
	0.00	11.50	16.50	Baggergutlage Böschung
	30.00	7.50	16.50	9.Baggergutlage
	30.00	7.50	16.50	8.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	7.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	6.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	5.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	4.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	3.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	2.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	1.Baggergutlage
	18.10	0.00	0.00	KF Basis / KDB
	32.50	0.00	17.50	Entw. Basis unten
	32.50	0.00	18.00	Sandkörper
	20.00	10.00	16.50	Basisabdichtung
	32.50	0.00	18.00	Ausgleichsschicht
	20.00	10.00	16.50	Profilierungsablagerung
	20.00	10.00	16.50	Basale Sohldichtung
	20.00	10.00	16.50	Altspülfeld
	15.00	15.00	13.50	gew. Weichschicht
	32.50	0.00	18.00	gew. Sande
	0.00	11.50	16.50	untere 10.Baggergutlage, unkonsolidiert
	0.00	11.50	16.50	obere 10.Baggergutlage

Berechnungsgrundlagen
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.72
x_m = 2.01 m y_m = 47.93 m
R = 7.85 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.15
- $\gamma(c')$ = 1.15
- $\gamma(c_u)$ = 1.15
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20

Konsolidationszeitpunkt = 0.0 Tage
- Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / Es = 940.0 / k = 1.00E-9 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / Es = 1170.0 / k = 8.13E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / Es = 1590.0 / k = 5.98E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 4: oben + unten offen / Es = 2010.0 / k = 4.73E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 5: oben + unten offen / Es = 2430.0 / k = 3.91E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 6: oben + unten offen / Es = 2850.0 / k = 3.34E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 7: oben + unten offen / Es = 3270.0 / k = 2.91E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 8: oben + unten offen / Es = 3460.0 / k = 2.75E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 9: oben + unten offen / Es = 3730.0 / k = 2.55E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 10: oben + unten offen / Es = 4000.0 / k = 2.38E-10 / Liegezeit = 1.0

Datei: U240017_10_Feldhofe_2.1_Anl_3.2_B_obere_10.Baggergutlage_Plateau.boe

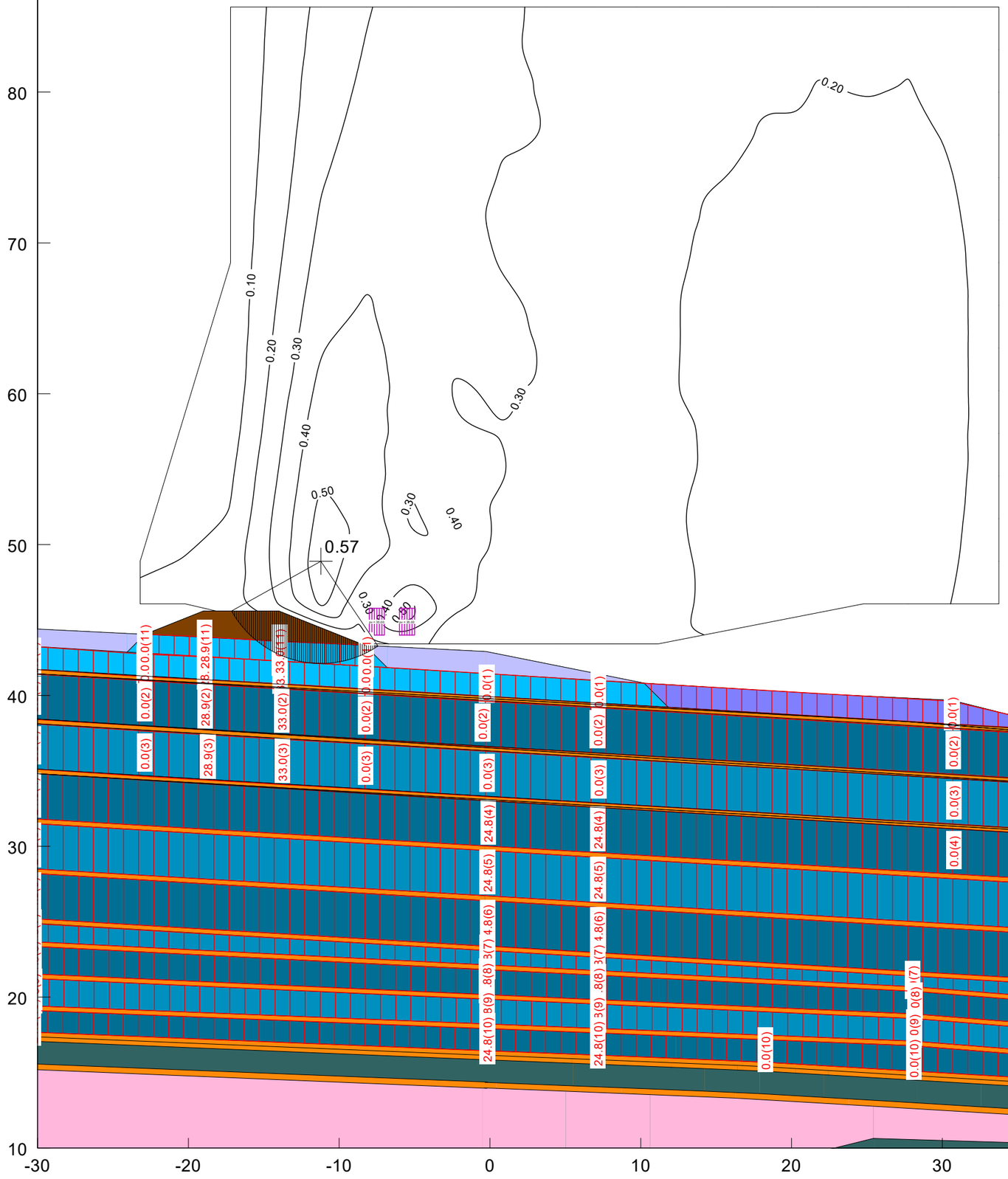
Projekt
Baggergutmonodeponie Feldhofe
Kapazitätserhöhung

Bauherr
Hamburg Port Authority AöR
Landside Treatment an Disposal / Baggergutentsorgung
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

Planverfasser
Umtec Prof. Biener I Sasse I Konertz
Haferwende 7 — Telefon: 0421 / 20759-0
28357 Bremen — Telefax: 0421 / 20759-99
info@umtec-partner.de

Projekt-Nr.	Leistungsphase	Datum
U240017_10	Standsicherheit im Bauzustand	03 / 2022
bearbeitet: vh		Maßstab: 1 : 350
gezeichnet: vh	Plandarstellung: Gleitkreise im Deponiekörper mit oberer 10. Baggergutlage im undränierten Zustand auf teilkonsolidierter unterer 10. Baggergutlage	Blatt: Anlage 3.2
geprüft QS / geprüft vP/PL		

Berechnungsschnitt Z2



Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	25.00	0.50	17.00	Oberboden
	35.00	0.00	19.00	Berme/Wartungsweg/Schotter
	26.00	1.50	17.00	Unterboden
	35.00	0.00	19.00	Grünschotter
	32.50	0.00	19.00	Entwässerungsschicht Kies
	32.50	0.00	18.00	Gas- und Ausgleichsschicht
	32.50	0.00	17.50	Sandzwischenlagen
	30.00	7.50	16.50	untere 10.Baggergutlage, teilkonsolidiert
	30.00	7.50	16.50	9.Baggergutlage
	30.00	7.50	16.50	8.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	7.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	6.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	5.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	4.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	3.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	2.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	1.Baggergutlage
	18.10	0.00	0.00	KF Basis / KDB
	32.50	0.00	17.50	Entw. Basis unten
	32.50	0.00	18.00	Sandkörper
	20.00	10.00	16.50	Basisabdichtung
	32.50	0.00	18.00	Ausgleichsschicht
	20.00	10.00	16.50	Profilierungsablagerung
	20.00	10.00	16.50	Basale Sohldichtung
	20.00	10.00	16.50	Altspülfeld
	15.00	15.00	13.50	gew. Weichschicht
	32.50	0.00	18.00	gew. Sande
	0.00	11.50	16.50	untere 10.Baggergutlage, unkonsolidiert
	0.00	11.50	16.50	obere 10.Baggergutlage, unkonsolidiert
	0.00	11.50	16.50	obere 10. Baggergutlage, teilkonsolidiert
	0.00	11.50	16.50	Bodenmiete (Baggergut)

Berechnungsgrundlagen
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.57
x_m = -11.21 m y_m = 48.90 m
R = 6.78 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.15
- $\gamma(c')$ = 1.15
- $\gamma(c_u)$ = 1.15
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20

Konsolidationszeitpunkt = 0.0 Tage
- Konsolidationsschicht 1: unten offen / Es = 940.0 / k = 1.00E-9 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / Es = 1170.0 / k = 8.13E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / Es = 1590.0 / k = 5.98E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 4: oben + unten offen / Es = 2010.0 / k = 4.73E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 5: oben + unten offen / Es = 2430.0 / k = 3.91E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 6: oben + unten offen / Es = 2850.0 / k = 3.34E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 7: oben + unten offen / Es = 3270.0 / k = 2.91E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 8: oben + unten offen / Es = 3460.0 / k = 2.75E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 9: oben + unten offen / Es = 3730.0 / k = 2.55E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 10: oben + unten offen / Es = 4000.0 / k = 2.38E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 11: oben offen / Es = 940.0 / k = 1.00E-9 / Liegezeit = 0.5

Datei: U240017_10_Feldhofe_2.1_Anl_3.3_B_Miete_Plateau.boe

Projekt
Baggergutmonodeponie Feldhofe
Kapazitätserhöhung

Bauherr
Hamburg Port Authority AöR
Landside Treatment an Disposal / Baggergutentsorgung
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

Planverfasser
Umtec Prof. Biener I Sasse I Konertz
Haferwende 7
28357 Bremen
Telefon: 0421 / 20759-0
Telefax: 0421 / 20759-99
info@umtec-partner.de

Projekt-Nr.	Leistungsphase	Datum
U240017_10	Standsicherheit im Bauzustand	03 / 2022
bearbeitet: vh		Maßstab: 1 : 300
gezeichnet: vh	Plandarstellung: Gleitkreise im Deponiekörper und einer 2 m hohen Baggergutmiete mit 10. Baggergutlage in teil-konsolidiertem sowie teils unkonsolidierten Zustand	Blatt: Anlage 3.3
geprüft QS / geprüft vP/PL		

Berechnungsschnitt Z2

Berechnungsgrundlagen
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.92
x_m = 52.87 m y_m = 42.89 m
R = 9.57 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.15
- $\gamma(c')$ = 1.15
- $\gamma(c_u)$ = 1.15
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20

Konsolidationszeitpunkt = 0.0 Tage
- Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / Es = 940.0 / k = 1.00E-9 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / Es = 1170.0 / k = 8.13E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / Es = 1590.0 / k = 5.98E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 4: oben + unten offen / Es = 2010.0 / k = 4.73E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 5: oben + unten offen / Es = 2430.0 / k = 3.91E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 6: oben + unten offen / Es = 2850.0 / k = 3.34E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 7: oben + unten offen / Es = 3270.0 / k = 2.91E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 8: oben + unten offen / Es = 3460.0 / k = 2.75E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 9: oben + unten offen / Es = 3730.0 / k = 2.55E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 10: oben + unten offen / Es = 4000.0 / k = 2.38E-10 / Liegezeit = 1.0

Datei: U240017_10_Feldhofe_2.1_Anl_3.4_B_Böschung.boe

Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	25.00	0.50	17.00	Oberboden
	35.00	0.00	19.00	Berme/Wartungsweg/Schotter
	26.00	1.50	17.00	Unterboden
	35.00	0.00	19.00	Grünschotter
	32.50	0.00	19.00	Entwässerungsschicht Kies
	32.50	0.00	18.00	Gas- und Ausgleichsschicht
	32.50	0.00	17.50	Sandzwischenlagen
	0.00	11.50	16.50	Baggergutlage Böschung
	30.00	7.50	16.50	9.Baggergutlage
	30.00	7.50	16.50	8.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	7.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	6.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	5.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	4.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	3.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	2.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	1.Baggergutlage
	18.10	0.00	0.00	KF Basis / KDB
	32.50	0.00	17.50	Entw. Basis unten
	32.50	0.00	18.00	Sandkörper
	20.00	10.00	16.50	Basisabdichtung
	32.50	0.00	18.00	Ausgleichsschicht
	20.00	10.00	16.50	Profilierungsablagerung
	20.00	10.00	16.50	Basale Sohldichtung
	20.00	10.00	16.50	Altspülfeld
	15.00	15.00	13.50	gew. Weichschicht
	32.50	0.00	18.00	gew. Sande
	0.00	11.50	16.50	untere 10.Baggergutlage, unkonsolidiert
	0.00	11.50	16.50	obere 10.Baggergutlage

0.92

Projekt
Baggergutmonodeponie Feldhofe
Kapazitätserhöhung

Bauherr
Hamburg Port Authority AöR
Landside Treatment an Disposal / Baggergutentsorgung
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

Planverfasser
Umtec Prof. Biener I Sasse I Konertz
Haferwende 7
28357 Bremen
Telefon: 0421 / 20759-0
Telefax: 0421 / 20759-99
info@umtec-partner.de

Projekt-Nr.	Leistungsphase	Datum
U240017_10	Standsicherheit im Bauzustand	03 / 2022
bearbeitet: vh		Maßstab: 1 : 350
gezeichnet: vh	Plandarstellung: Gleitkreise im Deponiekörper mit Verkehrslast auf der Böschung mit oberer Baggergutlage im unkonsolidierten Zustand	Blatt: Anlage 3.4
geprüft QS / geprüft vP/PL		

Berechnungsschnitt Z2

Berechnungsgrundlagen
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.52
x_m = 126.87 m y_m = 156.97 m
R = 149.31 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.15
- $\gamma(c')$ = 1.15
- $\gamma(c_u)$ = 1.15
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20

Konsolidationszeitpunkt = 0.0 Tage
- Konsolidationsschicht 1: oben + unten offen / Es = 940.0 / k = 1.00E-9 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / Es = 1170.0 / k = 8.13E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / Es = 1590.0 / k = 5.98E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 4: oben + unten offen / Es = 2010.0 / k = 4.73E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 5: oben + unten offen / Es = 2430.0 / k = 3.91E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 6: oben + unten offen / Es = 2850.0 / k = 3.34E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 7: oben + unten offen / Es = 3270.0 / k = 2.91E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 8: oben + unten offen / Es = 3460.0 / k = 2.75E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 9: oben + unten offen / Es = 3730.0 / k = 2.55E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 10: oben + unten offen / Es = 4000.0 / k = 2.38E-10 / Liegezeit = 1.0

Datei: U240017_10_Feldhofe_2.1_Anl_3.5_B_tieferer_Deponiekörper.boe

Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	25.00	0.50	17.00	Oberboden
	35.00	0.00	19.00	Berme/Wartungsweg/Schotter
	26.00	1.50	17.00	Unterboden
	35.00	0.00	19.00	Grünschotter
	32.50	0.00	19.00	Entwässerungsschicht Kies
	32.50	0.00	18.00	Gas- und Ausgleichsschicht
	32.50	0.00	17.50	Sandzwischenlagen
	0.00	11.50	16.50	Baggergutlage Böschung
	30.00	7.50	16.50	9.Baggergutlage
	30.00	7.50	16.50	8.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	7.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	6.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	5.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	4.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	3.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	2.Baggergutlage
	25.00	15.00	16.50	1.Baggergutlage
	18.10	0.00	0.00	KF Basis / KDB
	32.50	0.00	17.50	Entw. Basis unten
	32.50	0.00	18.00	Sandkörper
	20.00	10.00	16.50	Basisabdichtung
	32.50	0.00	18.00	Ausgleichsschicht
	20.00	10.00	16.50	Profilierungsablagerung
	20.00	10.00	16.50	Basale Sohldichtung
	20.00	10.00	16.50	Altspülfeld
	15.00	15.00	13.50	gew. Weichschicht
	32.50	0.00	18.00	gew. Sande
	0.00	11.50	16.50	untere 10.Baggergutlage, unkonsolidiert
	0.00	11.50	16.50	obere 10.Baggergutlage

0.52
0.50
0.45
0.40
0.35
0.30

Projekt
Baggergutmonodeponie Feldhofe
Kapazitätserhöhung

Bauherr
Hamburg Port Authority AöR
Landside Treatment an Disposal / Baggergutentsorgung
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

Planverfasser
Umtec Prof. Biener I Sasse I Konertz
Haferwende 7
28357 Bremen
Telefon: 0421 / 20759-0
Telefax: 0421 / 20759-99
info@umtec-partner.de

Projekt-Nr.	Leistungsphase	Datum
U240017_10	Standsicherheit im Bauzustand	03 / 2022
bearbeitet: vh		Maßstab: 1 : 350
gezeichnet: vh	Plandarstellung: Gleitkreise durch den tieferen Deponiekörper mit Volleinstau der Sandzwischenlagen	Blatt: Anlage 3.5
geprüft QS	geprüft vP/PL	

Kapazitätserhöhung Baggergutmonodeponie Feldhofe
Erläuterungsbericht zum Genehmigungsantrag
Anhang 11: Bericht zu Standsicherheitsberechnungen für den Bauzustand

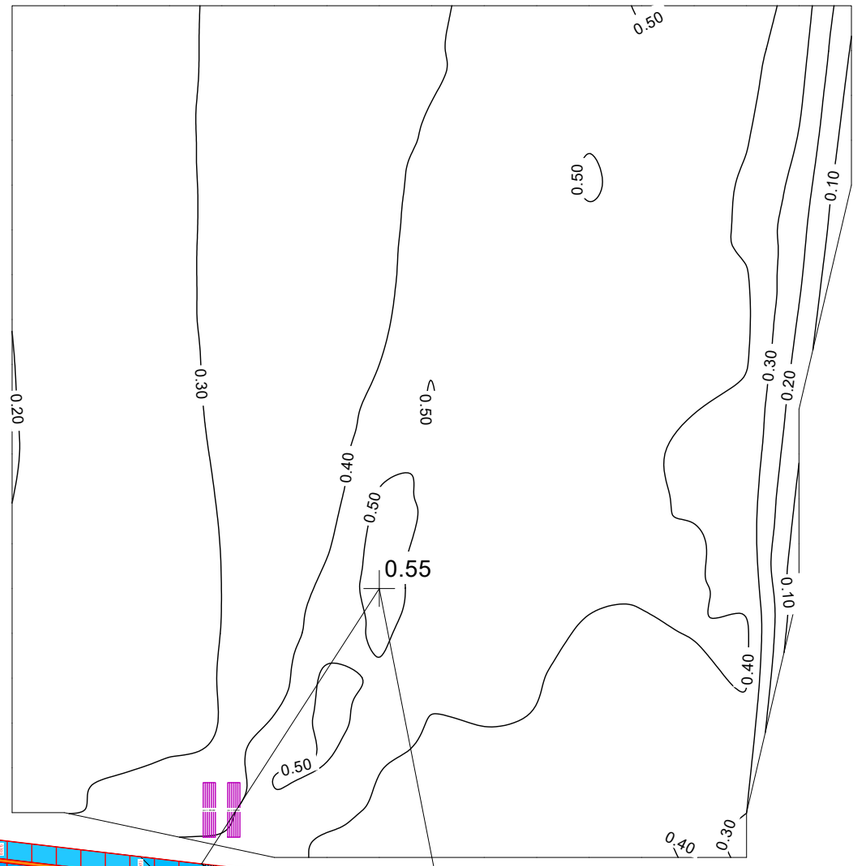
Anlage 4

Standsicherheitsbetrachtung Schnitt S

Berechnungsschnitt S

GGU-STABILITY / Version 14.11 / 27.09.2023
Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.55
x_m = 190.36 m y_m = 48.27 m
R = 26.73 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.15
- $\gamma(c')$ = 1.15
- $\gamma(c_u)$ = 1.15
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20

Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.100
Konsolidationszeitpunkt = 0.0 Tage
— Konsolidationsschicht 1: unten offen / Es = 940.0 / k = 1.00E-9 / Liegezeit = 1.0
— Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / Es = 1170.0 / k = 8.13E-10 / Liegezeit = 1.0
— Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / Es = 1630.0 / k = 5.84E-10 / Liegezeit = 1.0
— Konsolidationsschicht 4: oben + unten offen / Es = 1860.0 / k = 5.12E-10 / Liegezeit = 1.0
— Konsolidationsschicht 5: oben + unten offen / Es = 2090.0 / k = 4.56E-10 / Liegezeit = 1.0
— Konsolidationsschicht 6: oben + unten offen / Es = 2320.0 / k = 4.10E-10 / Liegezeit = 1.0
Datei: U240017_10_Feldhofe_2.1_S_Anl_4.1_untere_6.Baggergutlage.boe



Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	11.50	16.50	untere 6. Baggergutlage, unkonsolidiert
	30.00	0.00	17.50	5. Sandzwischenlage
	30.00	7.50	16.50	5. Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	4. Sandzwischenlage
	30.00	7.50	16.50	4. Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	3. Sandzwischenlage
	25.00	15.00	16.50	3. Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	2. Sandzwischenlage
	15.00	15.00	16.50	2. Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	Dränkörper
	32.50	0.00	17.50	1. Sandzwischenlage
	25.00	15.00	16.50	1. Baggergutlage
	18.10	0.00	0.00	KF Basisdränage / KDB
	32.50	0.00	17.50	Basisdränage unterhalb KDB
	20.00	10.00	16.50	Basis- und Sohldichtung
	20.00	10.00	16.50	Profilierungseinlagerung
	32.50	0.00	17.50	Dränschicht
	35.00	0.00	19.00	Grünschotter
	26.00	1.50	17.00	Unterboden
	35.00	0.00	19.00	Berme / Wartungsweg
	32.50	0.00	17.50	Dränage Sohldichtung
	20.00	10.00	16.50	Altspülfeld
	15.00	15.00	13.50	gew. Weichschichten
	32.50	0.00	18.00	gew. Sande
	0.00	11.50	16.50	untere 6.Baggergutlage, unkonsolidiert

80
60
40
20
0
-20
110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250 260 270 280 290

Projekt
Baggergutmonodeponie Feldhofe
Kapazitätserhöhung

Bauherr
Hamburg Port Authority AöR
Landside Treatment and Disposal / Baggergutentsorgung
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

Planverfasser
Umtec Prof. Biener I Sasse I Konertz
Haferwende 7 Telefon: 0421 / 20759-0
28357 Bremen Telefax: 0421 / 20759-99
info@umtec-partner.de

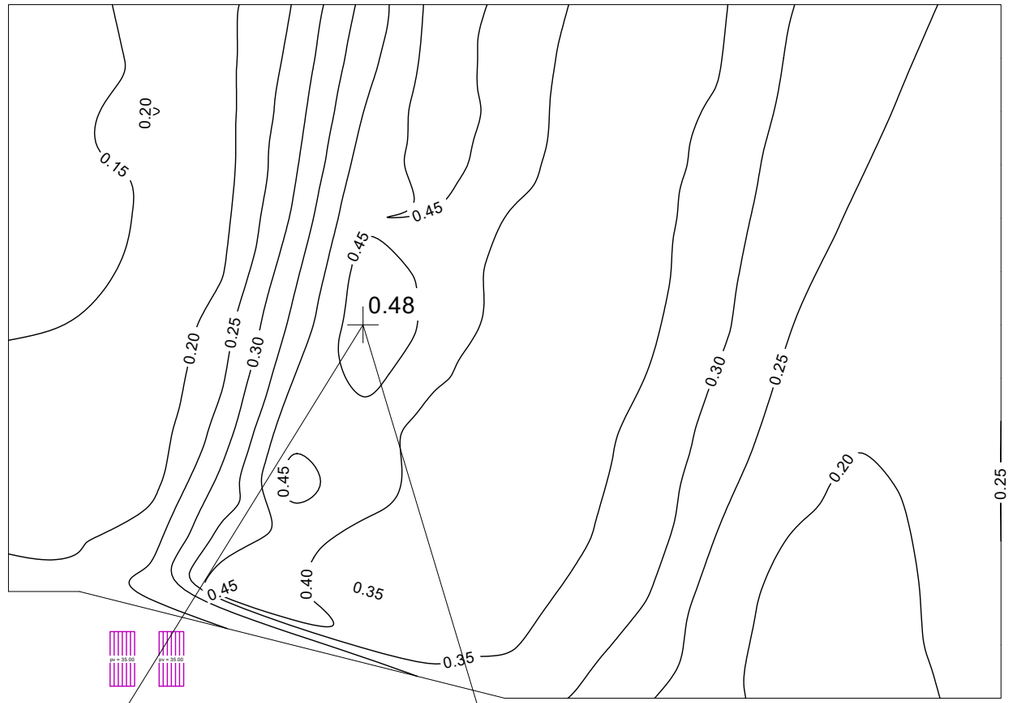
Projekt-Nr. U240017_10	Leistungsphase	Datum 03 / 2022
bearbeitet vh	Standsicherheit im Bauzustand	Maßstab 1 : 500
gezeichnet vh	Plandarstellung Gleitkreise im Deponiekörper mit Verkehrslast auf der unteren 6. Baggergutlage im undränierten Zustand	Blatt Anlage 4.1
geprüft QS / geprüft vPrPL		

Berechnungsschnitt S

GGU-STABILITY / Version 14.11 / 27.09.2023
Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.48
x_m = 159.31 m y_m = 46.73 m
R = 19.69 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.15
- $\gamma(c')$ = 1.15
- $\gamma(c_u)$ = 1.15
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20

Konsolidationszeitpunkt = 0.0 Tage
- Konsolidationsschicht 1: unten offen / Es = 940.0 / k = 1.00E-9 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / Es = 1170.0 / k = 8.13E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / Es = 1630.0 / k = 5.84E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 4: oben + unten offen / Es = 1860.0 / k = 5.12E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 5: oben + unten offen / Es = 2090.0 / k = 4.56E-10 / Liegezeit = 1.0
- Konsolidationsschicht 6: oben + unten offen / Es = 2320.0 / k = 4.10E-10 / Liegezeit = 1.0

Datei: U240017_10_Feldhofe_2.1_S_Anl_4.2_obere_6.Baggergutlage.boe



Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	11.50	16.50	untere 6. Baggergutlage, unkonsolidiert
	30.00	0.00	17.50	5. Sandzwischenlage
	30.00	7.50	16.50	5. Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	4. Sandzwischenlage
	30.00	7.50	16.50	4. Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	3. Sandzwischenlage
	25.00	15.00	16.50	3. Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	2. Sandzwischenlage
	25.00	15.00	16.50	2. Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	Dränkörper
	32.50	0.00	17.50	1. Sandzwischenlage
	25.00	15.00	16.50	1. Baggergutlage
	18.10	0.00	0.00	KF Basisdränage / KDB
	32.50	0.00	17.50	Basisdränage unterhalb KDB
	20.00	10.00	16.50	Basis- und Sohldichtung
	20.00	10.00	16.50	Profilierungseinlagerung
	32.50	0.00	17.50	Dränschicht
	35.00	0.00	19.00	Grünschotter
	26.00	1.50	17.00	Unterboden
	35.00	0.00	19.00	Berme / Wartungsweg
	32.50	0.00	17.50	Dränage Sohldichtung
	20.00	10.00	16.50	Altspülfeld
	15.00	15.00	13.50	gew. Weichschichten
	32.50	0.00	18.00	gew. Sande
	30.00	7.50	16.50	untere 6.Baggergutlage, teilkonsolidiert
	0.00	11.50	16.50	obere 6. Baggergutlage, unkonsolidiert

60
50
40
30
20
10
0
120 130 140 150 160 170 180 190 200 210

Projekt
Baggergutmonodeponie Feldhofe
Kapazitätserhöhung

Bauherr
Hamburg Port Authority AöR
Landside Treatment an Disposal / Baggergutentsorgung
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

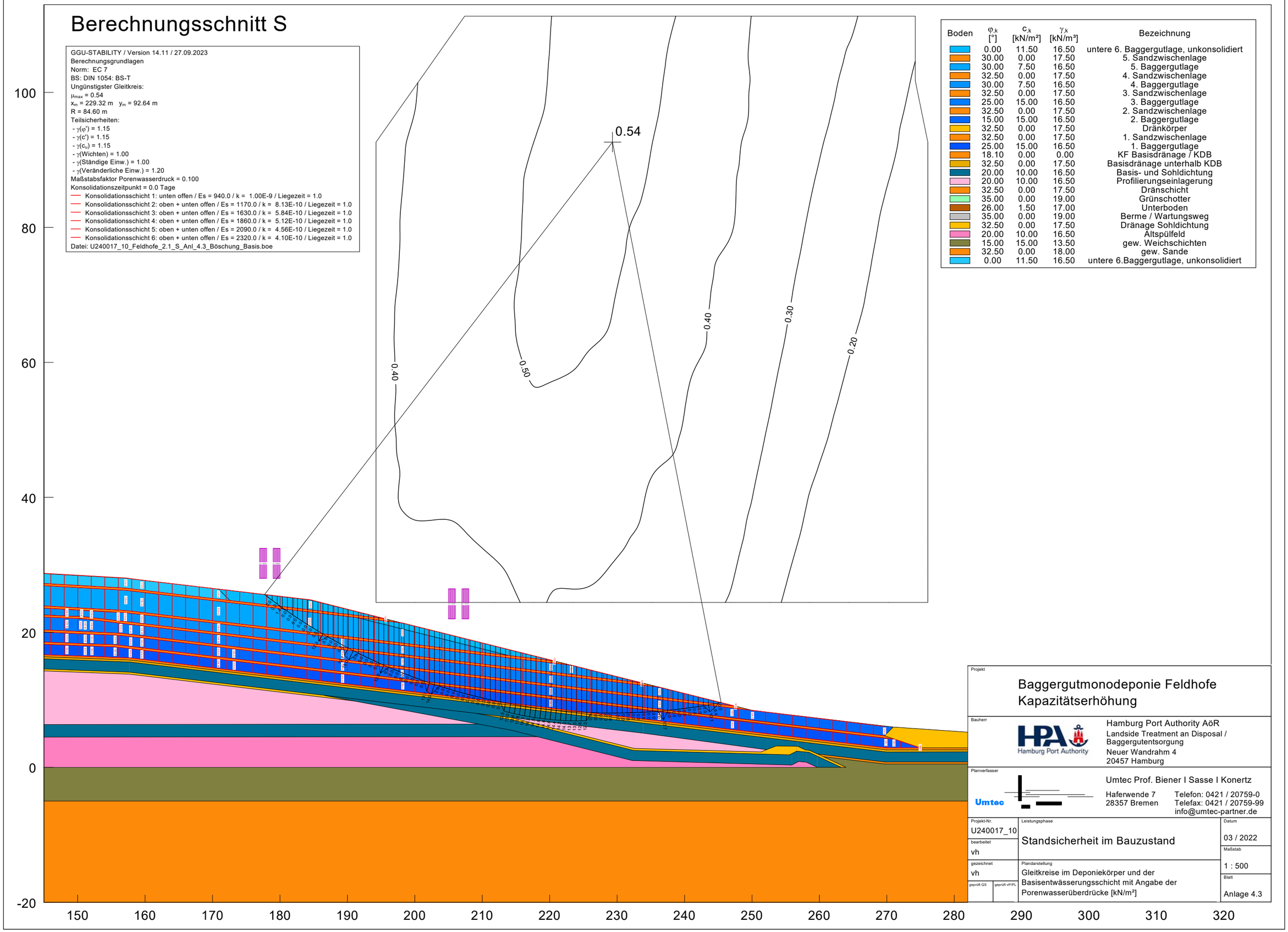
Planverfasser
Umtec Prof. Biener I Sasse I Konertz
Haferwende 7
28357 Bremen
Telefon: 0421 / 20759-0
Telefax: 0421 / 20759-99
info@umtec-partner.de

Projekt-Nr.	Leistungsphase	Datum
U240017_10	Standsicherheit im Bauzustand	03 / 2022
bearbeitet: vh		Maßstab: 1 : 500
gezeichnet: vh	Plandarstellung: Gleitkreise im Deponiekörper, obere 6. Baggergutlage im undränierten Zustand auf teilkonsolidierter unterer 6. Baggergutlage	Blatt: Anlage 4.2
geprüft QS / geprüft vP/PL		

Berechnungsschnitt S

GGU-STABILITY / Version 14.11 / 27.09.2023
Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-T
Ungünstigster Gleitkreis:
μ_{max} = 0.54
x_m = 229.32 m y_m = 92.64 m
R = 84.60 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.15
- $\gamma(c')$ = 1.15
- $\gamma(c_u)$ = 1.15
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.20

Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.100
Konsolidationszeitpunkt = 0.0 Tage
Konsolidationsschicht 1: unten offen / Es = 940.0 / k = 1.00E-9 / Liegezeit = 1.0
Konsolidationsschicht 2: oben + unten offen / Es = 1170.0 / k = 8.13E-10 / Liegezeit = 1.0
Konsolidationsschicht 3: oben + unten offen / Es = 1630.0 / k = 5.84E-10 / Liegezeit = 1.0
Konsolidationsschicht 4: oben + unten offen / Es = 1860.0 / k = 5.12E-10 / Liegezeit = 1.0
Konsolidationsschicht 5: oben + unten offen / Es = 2090.0 / k = 4.56E-10 / Liegezeit = 1.0
Konsolidationsschicht 6: oben + unten offen / Es = 2320.0 / k = 4.10E-10 / Liegezeit = 1.0
Datei: U240017_10_Feldhofe_2.1_S_Anl_4.3_Böschung_Basis.boe



Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	0.00	11.50	16.50	untere 6. Baggergutlage, unkonsolidiert
	30.00	0.00	17.50	5. Sandzwischenlage
	30.00	7.50	16.50	5. Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	4. Sandzwischenlage
	30.00	7.50	16.50	4. Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	3. Sandzwischenlage
	25.00	15.00	16.50	3. Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	2. Sandzwischenlage
	15.00	15.00	16.50	2. Baggergutlage
	32.50	0.00	17.50	Dränkörper
	32.50	0.00	17.50	1. Sandzwischenlage
	25.00	15.00	16.50	1. Baggergutlage
	18.10	0.00	0.00	KF Basisdränage / KDB
	32.50	0.00	17.50	Basisdränage unterhalb KDB
	20.00	10.00	16.50	Basis- und Sohldichtung
	20.00	10.00	16.50	Profilierungseinlagerung
	32.50	0.00	17.50	Dränschicht
	35.00	0.00	19.00	Grünschotter
	26.00	1.50	17.00	Unterboden
	35.00	0.00	19.00	Berme / Wartungsweg
	32.50	0.00	17.50	Dränage Sohldichtung
	20.00	10.00	16.50	Altspülfeld
	15.00	15.00	13.50	gew. Weichschichten
	32.50	0.00	18.00	gew. Sande
	0.00	11.50	16.50	untere 6.Baggergutlage, unkonsolidiert

Projekt
Baggergutmonodeponie Feldhofe
Kapazitätserhöhung

Bauherr
Hamburg Port Authority AöR
Landside Treatment an Disposal / Baggergutentsorgung
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

Planverfasser
Umtec Prof. Biener I Sasse I Konertz
Haferwende 7
28357 Bremen
Telefon: 0421 / 20759-0
Telefax: 0421 / 20759-99
info@umtec-partner.de

Projekt-Nr.: U240017_10	Leistungsphase: Standsicherheit im Bauzustand	Datum: 03 / 2022
bearbeitet: vh		Maßstab: 1 : 500
gezeichnet: vh	Plandarstellung: Gleitkreise im Deponiekörper und der Basisentwässerungsschicht mit Angabe der Porenwasserüberdrücke [kN/m²]	Blatt: Anlage 4.3
geprüft QS	geprüft vP/PL	